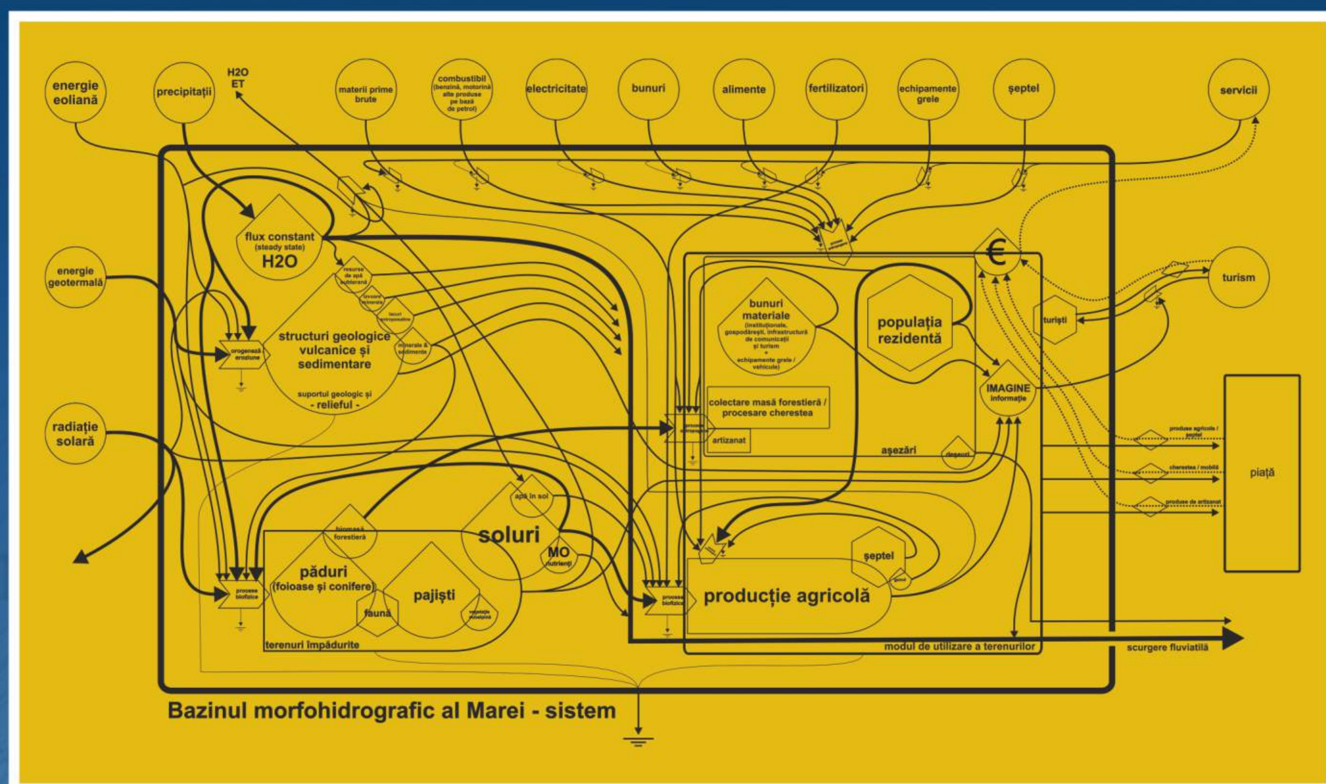
Silviu Vasile Bumbak

BAZINUL MORFOHIDROGRAFIC AL MAREI

STUDIU DE GEOGRAFIE INTEGRATĂ DIN PERSPECTIVA **EMERGETICĂ**



PRESA UNIVERSITARĂ CLUJEANĂ

Silviu Vasile Bumbak

Bazinul morfohidrografic al Marei

Studiu de geografie integrată, din perspectiva emergetică

Presa Universitară Clujeană

2020

Referenți științifici:

Prof. univ. dr. Dănuț Petrea

Conf. univ. dr. Gabriela Ilieș

ISBN 978-606-37-0883-1

© 2020 Autorul volumului. Toate drepturile rezervate. Reproducerea integrală sau parţială a textului, prin orice mijloace, fără acordul autorului, este interzisă şi se pedepseşte conform legii.

Universitatea Babeş-Bolyai
Presa Universitară Clujeană
Director: Codruţa Săcelean
Str. Hasdeu nr. 51
400371 Cluj-Napoca, România
Tel./Fax: (+40)-264-597.401
E-mail: editura@ubbcluj.ro
http://www.editura.ubbcluj.ro/

Cuprins

Această lucrare a fost elaborată cu sprijinul parțial acordat prin proiectul POSDRU/159/1.5/S/132400, cu titlul "Tineri cercetători de succes – dezvoltare profesională în context interdisciplinar şi internaţional" beneficiar Universitatea „Babeș-Bolyai", Cluj-Napoca, implementat în parteneriat cu Academia Română - Filiala Cluj (P1), Universitatea din București (P2), Universitatea "Alexandru Ioan Cuza" din Iași (P3) și Universitatea de Vest din Timișoara (P4).

1. BAZINUL MORFOHIDROGRAFIC AL MAREI CA SISTEM ENERGETIC. ASPECTE INTRODUCTIVE

Examinarea literaturii de specialitate din ultimii ani, în special a celei consacrate organizării spațiului geografic au scos în evidență caracterul pragmatic al abordărilor privind studiul entităților teritoriale de diferite tipuri și ordine de mărime (Aspinal et al., 2000, Petrea, 2002, 2005, Blancher et al., 2006, Pulselli et al., 2008, Nourry, 2008, Ianoș et al., 2000, 2009, Pulselli, 2010, Boggia et al., 2010, Bastianoni et al., 2011, Pulselli et al., 2011, Schaldach et al., 2011 Vogel, 2012, Iojă et al., 2014, Morandi et al., 2014, Lambert et al., 2014, Tudor et al., 2014 etc.). Demersul inițial a fost întreprins într-o primă etapă de căutări ale unor direcții actuale în cercetarea geografică integrată, în special în privința identificării acelor elemente de noutate și inovație metodologică, care să se încadreze într-un mod cât se poate de pertinent criteriilor cercetării geografice pe considerente sistemice. Rezultatele obținute prin cercetări în urma confruntării multor geografi cu realitatea complexă a faptelor geografice, integrate structural și funcțional, ce trebuie să aibă ca finalitate "înțelegerea proprietăților emergente și sinergice ce apar în evoluția lor sistemică" (Petrea, 2002), evidențiază avantajele practice ale unei abordări de orientare sistemică în geografie. Contextul paradigmatic sistemic vine în întâmpinarea nevoii de rezolvare sau cel puțin de ameliorare a diverselor probleme cu care comunitățile umane se confruntă în spațiul geografic în care conviețuiesc, sau cu care s–ar putea confrunta în viitor, ca urmare a adoptării unor noi direcții de dezvoltare.

Acesta oferă posibilitatea întreprinderii unor cercetări prin care realitatea faptică a teritoriului în cauză poate fi abstractizată, analizată, ulterior reprezentată, generând modele de diagnoză, modele ale evoluției și funcționalității sale pe baza cuantificării elementelor componente. Nu în ultimul rând, soluții cu privire la posibile direcții viabile de dezvoltare.

Mai mult, cuantificarea valorilor unor variabile selectate ca fiind definitorii pentru caracterizarea sistemică a unor entități geografice, în cadrul unor serii de timp, oferă posibilitatea vizualizării potențialului de schimbare, precum și a efectelor generate de către acestea. Altfel spus, "se urmărește sintetizarea modului de funcționare a sistemului într-o varietate de condiții" (Petrea, 1998). Premisa principală a unei astfel de abordări o constituie perspectiva holistică asupra realității geografice (Skyttner, 2005).

Tocmai de aceea un studiu geografic integrat în bazinul morfohidrografic al Marei, pe care îl catalogăm ca fiind prin excelență un spațiu holistic natural de management al apelor (Vogel, 2012), ca de altfel orice altă entitate de acest tip, nu putea face abstracţie de contextul tentant din punct de vedere metodologic al paradigmei sistemice.

Însă bazinul morfohidrografic al Marei, dincolo de dimensiunea sa naturală, este în același timp și un bazin social, factorul antropic fiind influențat de configurația suportului fizico-geografic, iar acesta, la rândul său a modelat, prin intermediul relațiilor de teritorialitate, identitatea sa fizico-geografică, valorificând-o, contribuind astfel la creionarea unor elemente de specificitate regională distincte, înglobate într-un sistem socio-economic prin perpetuarea unor activități economice tradiționale. În consecință, cumpenele de apă delimitează nu numai un bazin morfohidrografic bine individualizat ci, deopotrivă, şi un sistem teritorial închegat a cărui funcţionalitate este în mare măsură dependentă de resursele energetice intrinseci ale bazinului şi de modul în care acestea sunt valorificate, alterate sau amplificate prin intervenţii antropice. Mecanismele şi procesele specifice teritorialităţii s-au

grefat practic la nivelul sistemului fizic astfel încât între bazinul morfohidrografic (entitate pregnant fizico-geografică) şi sistemul teritorial (entitate pregnant administrativă) există o deplină suprapunere plan-spaţială.

Definim teritorialitatea drept ansamblul proceselor prin intermediul cărora comunitatea umană conferă o "încărcătură" geografică specifică unui anumit spaţiu fizic în virtutea aparteneţei şi ataşamentului său în raport cu acesta. Pe această cale, geocomplexele fizico-geografice "devin" şi "redevin" "teritorii" (sistemice).

În concluzie, bazinul morfohidrografic al Marei poate fi considerat ca fiind un sistem teritorial deschis, însă pentru cunoașterea modului său de funcționare, trebuie identificate multiplele sale variabile, atribute și interrelații, pentru a-i înțelege caracteristicile structurale, funcționale și evolutive.

În acest context propunem o abordare care să țină seama, în egală măsură, de condiționările fizice abiotice, de cele biofizice, biochimice și biotice, materializate în complexe structuri materiale implementate prin procese naturale în contexul teritorial precum și de efectele generate de către factorii socio-economici, culturali, astfel încât să putem reprezenta esența structurii și a funcționalității sistemice a bazinului Marei într-o manieră holistică. În acest cadru ne-am propus să extragem *esența energetică* a unor variabile definitorii din amplul sistem supus analizei.

Un aspect deosebit de important, ce trebuie subliniat încă de la început este acela că evaluarea sistemică prin prisma metodologiei propuse pornește de la premisa teoretică că bazinul morfohidrografic al Marei este un ***sistem deschis*** *care se află într-o stare departe de echilibrul termodinamic. Conform viziunii sistemice, sistemele deschise prezintă trăsătura de* ***permeabilitate a limitelor****, permițând astfel circulația* ***materiei, energiei și informației****.* Prin urmare, o cuantificare de acest tip va permite o inferență la adresa stării (funcția de stare) sistemului la un moment dat.

1.1 Motivația alegerii temei de cercetare

În primul rând, am urmărit să identificăm o modalitate de evaluare a potenţialului teritorial pe baza unor suporturi conceptuale şi metodologice oarecum inedite, cel puţin în literatura geografică românească, care să asigure un grad relevant de originalitate şi noutate, aspecte indispensabile în condiţia unei teze de doctorat. Am apreciat că un asemenea studiu ar putea lansa o perspectivă diferită asupra tipologiei și naturii variabilelor ce edifică "zestrea" teritorială, în sensul că acestea *ar putea fi interpretate ca și resurse a căror valoare energetică poate fi evaluată cantitativ, utilizând un denominator comun*. Procesul de identificare și clasificare a seturilor de variabile, fie ele de tip flux, de tip stoc sau de producție, echivalează cu o cunoaștere în profunzime a realității teritoriului studiat, atât din punct de vedere fizico-geografic, cât și din punct de vedere al specificității antropice.

Caracterul deschis al sistemului implică schimburi de energie cu sistemele învecinate, alături de ajustări permanente în interiorul său, contribuind la reglarea stării generale a acestuia, precum și a raporturilor cu sistemele vecine. Este cunoscut faptul că permanentizarea schimburilor energetice generează fluxuri de energie în sistem. Fluxurile de energie specifice sistemului teritorial al bazinului Marei sunt abstractizate și cuantificate, evaluarea permițând reconstituirea *semnăturii termodinamice a teritoriului.*

Intensitatea fluxurilor de energie evidențiază valoarea resurselor (variabilelor) din punct de vedere energetic, precum și raportul dintre cantitatea de energie ce alimentează sistemul și cantitatea de energie consumată pentru declanșarea proceselor naturale, sociale, economice sau de producție, specifice diferitelor subsisteme.

De asemenea, lucrarea reliefează natura și proporția în care diferite surse de energie endogene sau exogene contribuie la gestionarea sistemului teritorial. Ținând cont de faptul că aproape toate datele, la un anumit nivel, au caracter spațial (http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/introducing-geodesign.pdf), reprezentările cartografice ale datelor înregistrate scot în evidență intensitatea, disponibilitatea și distribuția energetică a variabilelor / resurselor ce caracterizează sistemul teritorial, constituindu-se ca posibile instrumente de decizie în activitatea de planificare și management al teritoriului.

Pentru reuşita unui demers precum cel expus mai sus am considerat oportună aplicarea unei metodologii de cercetare ce valorifică premisele așa-numitei *Teorii a Emergiei* (**Emergy Theory**) (Odum, 1996, Odum et al., 2003, Brown et al., 2004, Hau et al., 2004), utilizată începând cu anii 1960 - 70 în diverse studii științifice ce au avut ca scop evaluarea distribuției și a disponibilității resurselor pe un teritoriu dat. *Suportul metodologic se conturează într-un model integrat de diagnoză a funcției de stare a sistemului, din perspectivă energetică.*

Dată fiind natura eterogenă a variabilelor luate în calcul, *fundamental pentru aplicabilitatea teoriei este găsirea numitorului comun, din punct de vedere valoric, al tuturor variabilelor implicate*. Denominarea este posibilă prin convertirea tuturor formelor de energie (resurse, servicii etc.) în echivalentele energiei care stă la baza formării tuturor celorlalte forme – **energia solară**. Unitatea de măsură utilizată este **emJoule**, simbolizat prin **seJ**.

Baza conceptuală și metodologică a acestei teorii este ancorată în principiile termodinamicii de echilibru, Teoriei generale a Sistemelor și în principiile ecologiei sistemelor, fiind documentată și perfectată pentru prima dată de către H.T. Odum (Odum, 1987, 1988, 1996), în urma studiilor sale asupra fluxurilor energetice la nivel de ecosistem.

Noutatea unei astfel de abordări pentru bazinul morfohidrografic al Marei, pe care îl considerăm a fi în egală măsură, în virtutea dimensiunii sale socio-umane şi economice, şi o unitate teritorial-sistemică bine închegată, are după opinia noastră şi certe valenţe pragmatice întrucât deschide o perspectivă inedită asupra potenţialului de resurse a teritoriului şi asupra direcţiilor şi oportunităţilor în care acesta ar putea fi valorificat optimal de către factorii decizionali abilitaţi.

1.2 Bazinele hidrografice – unități naturale de management teritorial

Considerăm necesară o scurtă prezentare a conceptului de management a bazinelor hidrografice, deoarece evaluarea cantitativă propusă în această lucrare compensează, într-o manieră geografică integrată, abordările disparate efectuate în cercetarea diferitelor caracteristici ale teritoriului vizat de către studiul de față.

Managementul bazinelor hidrografice a devenit obiect de studiu pentru multe instituții care au în centrul preocupărilor lor sustenabilitatea resurselor unui teritoriu dat, în special cele cuprinse de curentul paradigmei environmentaliste. În principal, prin acest concept înțelegem studiul caracteristicilor relevante ale unui bazin hidrografic cu scopul evaluării posibilităților de utilizare și distribuție eficientă a resurselor naturale și antropice. De asemenea, această categorie noțională cuprinde întregul proces de creare și implementare de

programe sau planuri ce au ca finalitate acțiuni cu efect asupra comunităților vii aflate în limitele sale (după https://cfpub. epa.gov/watertrain/pdf/modules/watershed_management.pdf cu adnotări). Activitatea de management bazinal, indiferent de extensiunea spațială a teritoriului vizat, nu constituie altceva decât o abordare integrată a tuturor componentelor relevante ale acestuia prin analiza cantitativă a parametrilor lor (ex. scurgerea fluviatilă, torențialitate, calitatea resurselor hidrice, eroziunea solului, analiza modului de utilizare a terenurilor, reculul covorului vegetal primar, funcțiile acestuia etc.) cu scopul eficientizării funcționalității sale, astfel încât comunitățile umane să poată beneficia de potențialul maxim al teritoriului și reducerea dezechilibrelor.

Din punct de vedere teoretic, managementul bazinelor hidrografice este identificat cu procesul inteligent, adaptiv și integrat ce caută să optimizeze condițiile ecologice, sociale și economice dintr-un teritoriu (http://www.rdrwa.ca/node/27, cu adnotări). Această abordare de management pune la dispoziție un cadru conceptual și metodologic ce poate asista procesul decizional vis-à-vis de starea actuală a resurselor naturale și antropice sau a potențialelor disfuncții teritoriale.

Un bazin hidrografic „sănătos”, neafectat prin intervenții antropice destabilizatoare, funcționează ca un sistem complet, la parametri optimi fiind minimizate riscurile asociate inundațiilor, eroziunii, nefiltrării corespunzătoare a sedimentelor sau a contaminanților ce pot afecta calitatea apei de suprafață, din lacuri, sau subterană. O economie solidă, chiar și într-un teritoriu preponderent rural, are la bază resurse de apă curate. Orice tip de infrastructură antropică, fie că este vorba despre o simplă locuință, o instituție, sau un sistem de producție, necesită conectare la o sursă de apă pentru a putea opera. Din punct de vedere socio-economic, mediile neperturbate reprezintă, de regulă, baza pentru eficiență economică dar și pentru recreație și turism. O analiză pertinentă se poate efectua, după cum s-a subliniat și mai sus, printr-o abordare integrată ceea ce, în cazul de față, presupune raportarea analizei referitoare la potențialul de resurse și modul de gestiune a acestora la o unitate taxonomică naturală. Apreciem ca fiind pe deplin justificată atribuirea calității de unitate de management teritorial unui spatiu delimitat pe baza unui criteriu fizico-geografic întrucât principalele sale potențialități (resursele de apă, particularitățile edafice, exploatarea biologică, caracteristicile habitatului ș.a.) își au originea tocmai în condiția sa primordială: aceea de bazin morfohidrografic.

1.3 Argumentare cu privire la pertinența temei de cercetare și implicatiile practice ale acesteia

Având în vedere faptul că în literatura de specialitate există numeroase contribuții asupra modalităților de aplicabilitate practică a teoriei emergiei (Blancher et al., 2006, Cavalett et al., 2004, Cho, 2013, Coscieme et al., 2014, Giannetti et al., 2013, Mellino et al., 2014, Pulselli et al., 2008, Ghisellini et al., 2014, Watanabe, et al., 2014) ale cărei baze teoretice sunt bine fundamentate (Brown et al., 2001, Odum, 1980, 1988, 1996, 2007), considerăm că derularea unui studiu în care s-a dorit utilizarea unei metodologii de cuantificare și diagnoză a fluxului de energie, adaptat la caracteristicile bazinului Marei, este îndeajuns de bine fundamentat și, totodată, fezabil și oportun.

Pe baza unui demers metodologic de factură inductivă și într-o viziune corelativă am supus teritoriul bazinal câtorva interogații cu caracter general, aplicabile oricărei entități

teritoriale, cu scopul determinării perspectivei asupra interpretării realității teritoriale, care s-au constituit în adevărate linii directoare în procesul de stabilire a obiectivelor de cercetare. Nu în ultimul rând, cadrul conceptual interogativ ne-a permis nuanțarea finalităților scontate.

1.3.1 Ipoteze și obiective de cercetare

Carl Steinitz, profesor la Harvard School of Design, propune un cadru conceptual de lucru privind utilitatea design-ului în spațiul geografic (Steinitz, 2012) care, în opinia noastră, conferă un plus de claritate oricărui studiu care își propune o abordare sistemică a teritoriului. Astfel, autorul mai sus menționat propune un set de șase întrebări care, luate în ordine, creionează situația de facto a oricărei entități teritoriale aflate sub lupa cercetătorului, precum și posibilele direcții de dezvoltare ce ar putea fi adoptate. De asemenea, s-au mai avut în vedere ideile mereu actuale enunțate de Herbert Simon (1962) cu privire la etapele specifice procedeului de proiecție / design într-un spațiu real, abstractizat de oameni.
Întrebările, adaptate contextului, sunt:

- *Cum ar trebui să fie descris arealul de studiu?*

Dincolo de procedeele clasice ale descrierii geografice, pe care le-am utilizat în mod necesar, am pornit și de la premisa ca însușirea conceptelor sistemice și aplicarea analizei de sistem concomitent cu asimilarea teoriei emergiei ar putea conduce cu succes la o diagnoză relevantă sub aspect structural și funcțional a bazinului morfohidrografic al Marei. Identificarea, conceptualizarea și cuantificarea variabilelor sistemice s-a efectuat pe baza observării atente a principalelor componente generatoare de procese cu caracter de flux de energie în sistem.

- *Cum operează teritoriul?*

Identificarea principalelor variabile ale sistemului teritorial a permis surprinderea sintetică a interrelațiilor stabilite între diverse clase de resurse, precum și a sensurilor de “curgere” a energiei. Schema de operabilitate teritorială s-a realizat prin intermediul unei diagrame sistemice ca formă de abstractizare la o scară medie de detaliere care evidențiază și descrie sintetic tipurile de resurse și relațiile definitorii pentru sistemul în cauză. Construcția diagramei a reprezentat o adaptare a directivelor lui H.T. Odum (1983, 1996, în Pulselli et al., 2008) și a continuatorilor săi (Ulgiati et al., 1994, 2007, Brown, 2001, Brandt-Williams, 2002, Brown et al., 2010, etc.).

- *Funcționează sistemul teritorial bazinal al Marei la parametri optimi?*

Răspunsul la această întrebare se constituie într-un capitol distinct, întregul sistem teritorial fiind radiografiat, analizat și cuantificat, la nivelul subunităților funcționale definitorii astfel încât cercetarea să permită determinarea numerică a cantității de energie care susține teritoriul vizat. Un aspect foarte important este legat de intervalul de timp pentru care se face evaluarea, **respectiv acela de un an**. Desigur, *natura eterogenă a variabilelor sistemice a transformat procesul de culegere și prelucrare a datelor relevante pentru un singur an de referință într-o provocare în sine, în final găsindu-se o soluție de compromis în care date caracterizând intervale diferite ca poziție și extensiune temporală au fost agregate pentru a obține o imagine de ansamblu. Principalul argument pentru acest demers a fost aparenta stabilitate a parametrilor în cadrul unor serii de timp.*

- *Cum ar putea fi modificat bazinul morfohidrografic al Marei?*

Se poate constiui ca o pistă de cercetare viitoare prin crearea unor simulări utilizând *trăsătura de variabilitate* a datelor introduse. Din moment ce s-a obținut deja cantitatea de energie ce susține sistemul pe parcursul unui an, funcția de stare poate fi considerată drept reper privind oscilațiile energetice viitoare. Prin ajustarea valorilor unor variabile, dar și prin introducerea unora noi, se poate încerca determinarea unor modele de evoluție a sistemului teritorial al bazinului Marei prin impactul potențial generat de diverse scenarii de dezvoltare, fie pe direcția BAU (Business as Usual), sau pe o altă direcție, ca de exemplu:

- introducerea culturilor agricole de biocombustibil;
- înființarea de câmpuri de centrale eoliene;
- înființarea de câmpuri de panouri solare;
- reactivarea mineritului;
- dezvoltarea industriei;
- specializarea economică a localităților.

Simulările ar avea la bază soluțiile propuse pentru eficientizarea sistemului teritorial și se vor baza pe același algoritm de denominare, luând în calcul valoarea energetică a factorilor de intrare noi introduși.

- *Ce modificări ar putea produce aceste schimbări?*

Această etapă ar presupune evidențierea, prin comparație, a schimbărilor de factură energetică survenite în sistem ca urmare a derulării scenariilor față de situația actuală, precum și impactul potențial asupra sistemului. Pe cât posibil, se vor utiliza funcțiile GDAL ale platformei Quantum GIS, SAGA GIS sau ARCGIS în urma cărora vor rezulta o serie de materiale cartografice cu ajutorul cărora vor putea fi vizualizate rezultatele.

- *Cum ar trebui să fie transformat arealul de studiu?*

Studiind și comparând rezultatele care reliefează starea de facto a sistemului cu cele înregistrate în urma simulărilor, se pot face inferențe cu privire la viabilitatea practică a soluțiilor propuse, având astfel posibilitatea identificării unor direcții de dezvoltare viabile în raport cu principiile dezvoltării sustenabile.

1.3.2 Obiectivele de referință ale cercetării

Prin adaptarea metodologiei aferente teoriei emergiei la caracteristicile specifice ale bazinului morfohidrografic al Marei, studiul își *asumă drept obiectiv major cunoașterea în profunzime, dintr-o perspectivă sistemică, a caracteristicilor sistemului teritorial prin identificarea, conceptualizarea și măsurarea valorii energetice a resurselor sistemice esențiale în funcționarea acestuia, cu scopul evaluării intensității fluxurilor de energie, a distribuției spațiale și a disponibilității energetice a componentelor sale.*

➢ Obiective derivate:
  - Identificarea și reprezentarea grafică a variabilelor / resurselor definitorii ale sistemului teritorial bazinal al Marei prin intermediul limbajului sistemelor energetice (**energy systems language**);
  - Aplicarea procedeelor de calcul specifice metodologiei emergetice pentru calcularea cantității de energie / emergie generate prin fluxurile ce tranzitează bazinul morfohidrografic al Marei într-un an de referință;

- Aplicarea procedeelor de calcul specifice metodologiei emergetice pentru calcularea cantităților de emergie cantonate în forme de stocaj naturale și antropice;
- conturarea "stării" sistemului teritorial bazinal al Marei din punct de vedere emergetic, generând o "radiografie" a teritoriului;
- Conceperea de reprezentări cartografice speciale ca instrumente, pe de-o parte **de vizualizare spațială a distribuției emergetice,** pe de altă parte, de sprijin la nivel decisional, în elaborarea unor posibile strategii de dezvoltare sau în furnizarea de soluţii ca răspuns la diverse problematici specifice bazinului Marei.

1.3.3 Etapele cercetării și metodologia utilizată

Abordarea geografică integrată de factură sistemică în bazinul morfohidrografic al Marei, prin intermediul metodologiei emergetice, urmărește ca principalele rezultate să ofere răspunsuri concludente cu privire la următoarele aspecte:

- Identificarea componenților și condițiilor cu semnificații esențiale în conturarea stărilor definitorii ale bazinului Marei, precum și estimarea valorii energetice și emergetice a acestora, pe categorii. *Din rațiuni metodologice, componenții sau variabilele se vor numi în continuare **resurse**;*
- Stabilirea cantitativă a valorii fluxurilor de energie generate de interrelațiile stabilite între componenții sistemului;
- Determinarea valorii stocurilor energetice înglobate în structura sistemului;
- Evaluarea intrărilor de energie provenite din afara sistemului teritorial;
- Crearea unor instrumente de lucru vizuale, de tipul produselor cartografice speciale, reprezentând valoarea energetică a fluxurilor de energie ale sistemului teritorial la un moment dat;
- Elaborarea unui model de sinteză teritorială menit să evidențieze diferențierile spațiale sub aspect energetic, emergetic, implicit arealele sinergetice și pe cele entropizate.

1.3.4 Aplicabilitatea rezultatelor

Principalul element motivațional care a stat la baza elaborării acestei lucrări a constat în identificarea unor instrumente care să ofere soluții grație cărora să poată fi surmontate nevoi specifice unei comunități sau unui ansamblu de comunități umane. Desigur, acest deziderat trebuie să răspundă următoarelor întrebări:

- Modelul rezultat răspunde necesităților părților interesate din teritoriu?
- Evaluările cantitative ale parametrilor de stare ai sistemului teritorial / materialele cartografice rezultate vor satisface nevoile acestora? Mai mult, aceștia le vor putea înțelege? (Editorial, (2013), *Mapping and modelling ecosystem services for science, policy and practice,* Ecosystem Services, 4, p. 1-3);

Una din provocările comune tuturor celor care întreprind cercetări în acest domeniu este standardizarea procedeului metodologic și folosirea unui limbaj inteligibil de către decidenți având formații profesionale diverse. Profilul metodologic al studiului de față vine în întâmpinarea acestui deziderat, iar materialele cartografice elaborate sunt

instrumente vizuale cu o largă bază de interpretare menită să faciliteze aspectul subliniat mai sus.

Deși nu este cazul comunităților sătești din bazinul morfohidrografic al Marei, în general, astăzi, oamenii controlează și manageriază vaste cantități de materie și energie care afectează întreaga planetă și deregleză numeroase ecosisteme. Influența capitalului uman asupra naturii echivalează cu capacitatea proceselor naturale de a întreține, de exemplu, stabilitatea oceanelor sau a atmosferei. Impactul uman devine din ce în ce mai important și pregnant în funcționalitatea ecosistemelor. Chiar dacă populația bazinului Marei nu este nici atât de numeroasă, nici atât de avansată economic încât să destabilizeze din temelii echilibrul teritorial sistemic, dependența față de resursele primare, în special cele forestiere, minerale și de sol, constituie un motiv de îngrijorare care a motivat analiza cantitativă derulată în cadrul acestui studiu. Dacă decidenții din teritoriu vor înțelege să interpreteze și să valorizeze într-o altă manieră resursele de care beneficiază, vor reuși implicit să facă progrese în a le exploata într-un mod rațional, fără a afecta echilibrele naturale existente.

2. FUNDAMENTARE TEORETICĂ PRIVIND ABORDAREA ENTITĂȚILOR TERITORIALE CA STRUCTURI SISTEMICE

2.1 Retrospectivă privind abordarea entităților teritoriale ca structuri sistemice integrate – Paradigme / Teorii

Acest tip de viziune integrată și unitară asupra unui teritoriu se constituie într-un subiect de actualitate, atât printre geografi, cât și printre exegeți ai altor domenii științifice, ca de exemplu în științele environmentale sau în economie. Există o preocupare serioasă privind înglobarea conceptului de studii integrate în analiza a ceea ce definim ca realitate, dar și pentru promovarea unei metodologii de acest tip. De exemplu, unii autori (Harrison et al., 2004) identifică abordarea integrată cu însăși recâştigarea statutului de disciplină unitară a geografiei, aspect susținut de foarte mult timp și în lucrări devenite clasice în literatura geografică românească (de exemplu Mihăilescu, 1968). Harrison și echipa sa explică importanța cooperării subdisciplinelor geografice, pentru că numai într-o manieră integrată probleme complexe de geografie pot fi rezolvate (exemplu – studiile privind cercetarea și impactul schimbărilor climatice). Richards, în același articol, pledează pentru o bază etică comună pentru toate studiile interdisciplinare, adică integrate.

Argumentând caracterul integrativ al geografiei, pe ai cărei exegeți îi consideră îndepărtați de mișcările epistemologice ale ultimelor trei decenii, Ianoş (2002) pledează pentru o reconfirmare a caracterului integrativ al disciplinei, afirmând că "includerea în ecuația analizelor geografice a nenumărate elemente, esențializate, ale substratului, ale suprafeței, ale caracteristicilor hidrologice, atmosferice, ale particularităților formelor de populare, ale modului de organizare a spațiului și comportamentul comunităților" dau nota evidentă a competenței unice de integrare a geografiei. Viziunea integrată se bazează pe o abordare sistemică, afirmând în continuare că "valorificarea caracterului integrativ al geografiei este impus tot mai mult de frecvența pe care o cunosc situațiile de criză care afectează direct sau indirect comunitățile locale, spațiile particulare, sistemele teritoriale în globalitatea lor".

De pe aceleași poziții, Petrea (2002) susține că, din punct de vedere conceptual, după afirmarea teoriei sistemice și în geografie, studiilor integrate li s-au atribuit un alt înțeles și anume "substituirea metodelor analitice aditive cu o abordare globală, capabilă să descrie realitatea geografică în toată plenitudinea sa". Acest deziderat presupune nu numai "evaluarea și integrarea spațială a faptelor, ci și integrarea structurală și funcțională astfel încât să fie înțelese proprietățile emergente și efectele sinergice apărute în evoluția unui sistem".

Intuind pierderea identității disciplinei, în contextul în care geografia este portretizată ca fiind mai diversificată ca oricând, Clifford (2008), un promotor al utilizării capacităților de modelare în geografie prin utilizarea sistemelor informatice geografice, afirmă că acestea sunt cele mai potrivite repere metodologice și epistemologice capabile să reprezinte atât realităţi fizice cât și antropice, desigur, într-o abordare integrată.

Oxley (Oxley et al., 2007), studiind poluarea atmosferică, se bazează în studiile sale tot pe o platformă epistemologico-metodologică integrată, prin intermediul unor modele

integrate de evaluare. Acesta este totodată conștient de *riscuri atunci când se face referire la accesul la date spațiale într-o abordare interdisciplinară*.

În domeniul combaterii deșertificării (Vogt et al., 2011), Vogt identifică lipsa unei platforme epistemologice, metodologice și normative integrate ca fiind principala cauză a observării și managementului defectuos al dinamicii și efectelor deșertificării în diferite părţi ale lumii, inclusiv la nivel decizional.

Alți autori, ca de exemplu Leh (2011), cu interese în sfera dinamicii modului de folosință a terenurilor, percep încă studiile integrate dintr-o singură optică, înțelegând prin integrat o metodologie complexă, dar punctuală, de natură cantitativă, cu capacitate de integrare și modelare a datelor de teledetecție în cadrul sistemelor informatice geografice.

În domeniul economiei de exemplu, unde mai nou există subdomeniul *economie ecologică,* premisele malthusiene au influențat o regândire a raporturilor față de mediu sau "environment". Ideile lui Malthus au caracterizat curentul economiei clasice de secol XIX, prin care spațiul terestru, în virtutea finității sale – și implicit, a finității resurselor conținute - nu poate susține dezvoltarea economică constantă pentru o populație cu propensiune spre creștere numerică aproape exponențială. Desigur, ecuațiile sale se dovedesc greșite dacă luăm în calcul avantajele progresului tehnologic și tocmai de aceea, reprezentanții economiei neo-clasice, la începutul anilor '50, considerau că un management înțelept din punct de vedere economic poate asigura creșterea la nesfârșit a standardului de viață. Începând cu deceniul șapte al secolului trecut, considerația pentru mediu și pentru raporturile om-natură reintră în atenția acestora pe fondul primei crize a petrolului din anul 1973 (Rosecrance, 1973, Balassa, 1985, Alpanda et al., 2010), iar mediul este din nou văzut ca fiind interconectat cu economia. Reprezentanții economiei ecologice consideră că studiul modului în care oamenii își asigură traiul trebuie să includă și studiul relațiilor acestora cu mediul în care rezidă (Common et al., 2005), prin urmare, se face referire tot la o abordare sistemică într-o manieră integrată.

Un alt exemplu, pe cât de emblematic, pe atât de elocvent al unei abordări integrate în cercetare, este conceptul de *bioeconomie*, introdus de Georgescu-Roegen (1971). Acesta, în lucrarea "Legea entropiei și procesul economic", a evidențiat importanţa legii entropiei atunci când facem referire la aparentul anatogism creștere economică - environment. Resimțim efectele ideilor sale în politicile economice și de mediu contemporane.

2.1.1 Teoria Sistemelor – realitatea ca sistem

Conform lui Mac (2000), în geografie, din punct de vedere filosofic, conceptul de sistem își are rădăcinile în antichitate. Autorul argumentează localizarea cunoașterii geografice actuale "în contextul științific preocupat de conceptualizarea obiectelor și proceselor ca sisteme" prin sintetizarea principalelor etape ale edificării concepției sistemice în știință, în general și în geografie în particular. Foarte importantă în cadrul acestei sinteze este etapa structuralist sistemică (anii 1940-1960), marcată de dezvoltarea și rafinarea Teoriei generale a Sistemelor (Mac, 2000). Revigorarea curentului paradigmatic sistemic a fost posibilă prin munca de pionerat a biologului von Bertalanffy (1942, 1960, 1968) care a gândit conceptul de sistem pornind de la respingerea reducționismului și încercarea de a reintroduce conceptul de știință unitară.

Heylighen (Heylighen et al., 1995) definește teoria sistemelor ca fiind studiul transdisciplinar al formei abstracte de organizare a fenomenelor, independent de natura materială sau scara temporo-spațială a existenței lor.

Definindu-le succint, sistemele reprezintă un set de componente aflate în interacțiune (Common et al., 2005). Particularitățile de organizare a unui sistem și capacitatea acestuia de a dezvolta proprietăți superioare calitativ, prin emergență, face ca atenția să fie concentrată pe modul de aranjare și interconectare a componentelor sistemice într-un întreg. Proprietățile (auto)organizatorice determină particularitățile unui sistem, independent de realitatea concretă a materiei din care sunt compuse părțile sale (particule, oameni, forme de relief, cursuri de apă, mase de aer, etc.).

Abstractizarea unui sistem presupune în mod imperios fixarea unor limite prin care acesta să se diferențieze de sistemele aflate pe o poziție similară din punct de vedere ierarhic. După cum s-a menționat anterior, nu există reguli precise după care această delimitare să aibă loc, procedeul și criteriile depinzând de scopul cercetării și de bagajul academic specific fiecărui cercetător, în funcție de domeniul din care provine.

2.1.2 Bazinele hidrografice ca sisteme teritoriale

Deoarece considerăm sistemul teritorial ca fiind cea mai adecvată categorie noțională utilizabilă într-un studiu geografic integrat și având în vedere plaja variată de opțiuni în delimitarea unor astfel de entități, în continuare, vom încerca asocierea acestui termen unui bazin hidrografic.

În geografia românească, abordarea sistemică a fost teoretizată pe larg de către Roșu și Irina Ungureanu (Roșu et al., 1977), Donisă (1977), Ichim (1989), Petrea (1998, 2005), Ianoș (2000, 2006), Mac (2000), Șimăndan (2003) ș.a. în lucrări care surprind viziunea contemporană asupra spațiului ca dimensiune fundamentală. Acesta s-a transformat dintr-un "container" de plasare a unor "obiecte" în variabila centrală a unui sistem de relații teritoriale (Ianoș et al., 2006 citat în Ianoș et al., 2010).

În accepțiunea lui Mac (2000), noțiunea de *teritoriu* este interpretată ca *spațiul structurat* și "socotit ca expresia geografică concretă a realității…rezultată în urma conlucrării geocomponentelor la nivel superior de integrare". Conlucrarea dintre componenți crează o realitate teritorială *funcțională*, caracterizată printr-o complexitate crescândă a structurii și relațiilor. Cunoașterea și administrarea eficientă a realității teritoriale necesită "decuparea ei în ansambluri funcționale" denumite *sisteme teritoriale*, noțiune întrebuințată mai ales atunci când se urmărește "definirea unui anumit tip de dezvoltare…ce are în vedere atingerea unor finalități de ordin social-economic și cultural" (Ianoș, 2000). În concluzie, după cum s-a menționat în primul capitol, sistemul teritorial devine o entitate pregnant administrativă.

În sistemele teritoriale, spațiul fizic este "încărcat" de semnificație prin intermediul unor procese de *teritorialitate,* manisfestate prin tendința comunității de a controla și valorifica porțiuni din acesta. Din acest punct de vedere, avantajul teoriei emergiei constă în faptul că abordarea sistemică este utilizată pentru a sublinia caracterul univoc al relației dintre prosperitatea comunităților umane și integritatea resurselor de mediu. Prima nu se obține în detrimentul celeilalte.

Pornind de la obiectivul principal al evaluărilor integrate în spații delimitate după criteriul morfohidrografic – evidențierea caracterului funcțional – noțiunea de sistem teritorial poate fi însușită ca atribut al unui bazin hidrografic prin considerarea funcționalității ca proprietate emergentă a relațiilor dintre componenți.

Translatând bazinelor hidrografice câmpul conceptual al sistemelor teritoriale, așa cum sunt acestea definite și descrise de către Ianoș (2000), distingem, sub aspect macro-structural, două mari componente ce interacționează prin seturi de variabile proprii:

- *componenta naturală* – relieful, solul, apa, climatul, vegetația și fauna;
- *componenta social-economică* – populația, activitățile economice, așezările și comportamentul comunităților umane.

Ca și sistem teritorial, un bazin hidrografic nu poate fi conceput în afara fluxurilor de materie, energie și informație sau a variabilelor interne, prin intermediul cărora acesta își construiește structura, primește, transformă și cedează energie. Astfel, prin intermediul relațiilor complexe, bazinele hidrografice ca sisteme prezintă o serie de trăsături fundamentale:

- **autoorganizarea** – caracterul deschis al sistemelor teritoriale imprimă bazinelor hidrografice o traiectorie evolutivă ireversibilă. Schimbul permanent de materie, energie și informație cu sistemele omoloage și permanenta reajustare a stării sistemului prin coevoluție și sinergism determină, pe de-o parte, imposibilitatea reîntoarcerii la o situație inițială de referință, pe de altă parte, trecerea prin stadii de evoluție caracterizate de o complexitate crescândă (Petrea, 2005). În cazul bazinului Marei, această trăsătură este evidențiată prin intermediul structurii geologice și a reliefului, "elementul cel mai stabil și polarizator" (Petrea, 1998). Aceștia devin factori de condiționare și orientare a rețelei de drenaj, de influențare a gradului de umanizare precum și a specificității sociale și economice;
- **ordinea** – din punct de vedere sistemic, această noțiune nu este sinonimă cu omogenitatea sau simetria (Petrea, 1998). Reprezintă în schimb confirmarea unui nivel scăzut al entropiei;
- **reziliența** – structura și organizarea internă complexă a bazinelor hidrografice transformă aceste entități teritoriale în sisteme cu rezistență mare la schimbare. Unul dintre aspectele subliniate de către Ianoș (2000), este faptul că rezistența sistemelor puternic antropizate este cu mult mai mare decât a celor cu un grad de naturalețe ridicat, în special datorită vitezelor diferite de transmitere a schimbărilor. În cazul unui bazin hidrografic, sursele cele mai probabile de stres pot fi – schimbările climatice și creșterea populației, manifestate concret prin presiunea exercitată asupra resurselor de vegetație, sol și apă;
- **sinergismul** – proprietate universală, rezultă din conlucrarea elementelor componente prin intermediul unor sisteme complexe de relații și are ca rezultat un întreg ce reprezintă mai mult decît suma părților sale. Astfel, un bazin hidrografic poate fi considerat ca o *unitate integrată* cu cel puțin o *funcție* de bază – drenajul apelor din precipitații și a sedimentelor erodate de pe versanți;
- **coerența** – proprietatea sinergică nu ar putea reprezenta o trăsătură a sistemelor teritoriale în lipsa legăturii strânse dintre componentele naturale și antropice. Coerența conferă stabilitate sistemelor teritoriale;

- **variabilitatea** – în principiu, se referă la scara temporo-spațială la care sunt studiate, din perspectivă sistemică, problemele de structură, dinamică sau dezvoltare teritorială. În ceea ce privește bazinele hidrografice, această trăsătură poate fi însușită prin raportare la ierarhia spațială a acestora, clasificate după criteriul ordinelor de mărime (de exemplu - sistemul Strahler sau Pfafstetter).

Sistemul teritorial, delimitat după criteriul morfohidrografic, devine un sistem "termodinamic și informational optimal deschis, cu o structură disipativă" (Ianoş, 2000). Acesta rezultă din relațiile stabilite între variabilele celor două mari componente. Sistemul are "o fizionomie și o funcționalitate strâns dependente de intensitatea și formele pe care le îmbracă relațiile dintre acestea" (Ianoş, 2000). Între variabilele sistemice se stabilesc relații de "cooperare după legi cosmice, geografice, fizice, chimice, biologice etc., din comportamentul specific al fiecărei componente, din timpul și viteza de reacție diferită a acesteia la modificările interne sau externe ale ansamblului" (Ianoş, 2000).

Variabilele sistemice definitorii ale bazinului Marei sunt prezentate pe larg începând cu capitolul al IV-lea, atât din punct de vedere descriptiv, cât mai ales din punct de vedere cantitativ, conform procedurii de evaluare propuse.

2.2 Sistemele teritoriale ca sisteme termodinamice

2.2.1 Energia și materia în sistemele teritoriale termodinamice

Toate sistemele utilizează materia pentru a-și construi structura și pentru a stoca energia care tranzitează sistemul sau pentru a efectua schimburi energetice cu sistemele din jur. Materia (forma materială a energiei) necesită energie pentru a fi procesată, pentru că nimic nu se întâmplă în lipsa disponibilității energetice. Energia de orice tip, fie ea chimică, solară, eoliană, geotermică sau informațională este prezentă în orice (Odum et al., 2001). Energia reprezintă potențialul de a genera lucru mecanic, sau de a furniza căldură, fie că este vorba despre un proces fizic mecanic (a mişca un obiect) sau despre un proces chimic (de exemplu fotosinteza).

Sistemele depind de putere, care în accepțiunea științifică este definită prin unități măsurabile ca rată de flux a unei energii utile (Odum, 2007). Această putere energetică dezvoltă structuri sistemice și funcții prin intermediul cărora un sistem se poate autoorganiza în conformitate cu legile termodinamicii.

Legile termodinamicii sunt esenţiale în înţelegerea condiţiei energetice a sistemelor teritoriale. Sistemele teritoriale sub aspect energetic sunt sisteme termodinamice, termodinamica fiind o parte a fizicii ce studiază modul de propagare a căldurii şi a tuturor formelor de energie rezultate prin procese de conversie energetică. Sistemele energetice sunt în fapt sisteme termodinamice, termodinamica studiind energia aflată în transformare. Transformările energetice implică energie, lucru și căldură. Atât energia și căldura, cât și lucrul, sunt măsurate cel mai frecvent utilizând, conform Sistemului Internațional privind unitățile de măsură, *Joule-ul*. Un Joule reprezintă energia consumată pentru a mişca un kilogram de materie pe distanța de un metru (http:// physics.nist.gov/cuu/Units/units.html). De asemenea, alte mărimi, ca de exemplu caloria, watt-ul sau altele, pot fi utilizate iar printr-un sistem de conversie, reduse la o unitate de măsură standard.

2.2.2 Legile termodinamicii și principiul puterii maxime

Științele fundamentale recunosc trei principii ale termodinamicii. Bazele teoretice au început să fie conturate începând cu finele secolului al XVIII-lea. Joseph Black (Lectures on Chemistry, 1786) a postulat pentru prima dată "principiul zero" al termodinamicii prin referire la stabilitatea echilibrului termic.

Descoperirile științifice premergătoare enunțării primului principiu al termodinamicii, referitor la conservarea și transformarea energiei, aparțin fizicienilor Robert Mayer (On the Quantitative and Qualitative Determination of Forces, 1841), James Joule (On the Mechanical Equivalent of Heat, 1845) și Hermann Helmholtz (The Thermodynamics of Chemical Processes, 1882). Prima lege a termodinamicii (legea conservării masei și energiei) subliniază un aspect deosebit de important și anume faptul că energia poate fi convertită dintr-o formă în alta, în lucru sau căldură (Common et al., 2005, Odum, 1996). Căldura reprezintă o formă de energie degradată. Energia nu poate fi însă creată sau distrusă, așadar, aceasta se conservă. Prin urmare, atunci când facem referire la conversia energiei în natură, dorim de fapt să spunem că încurajăm procesele de optimizare care favorizează un consum mai redus de energie, lucru și căldură.

Închegarea primului principiu al termodinamicii și formularea celui de-al doilea îi este atribuită lui Rudolf Clausius (The Mechanical Theory of Heat, 1865), conceptul de *entropie* fiind introdus de către acesta. Clausius a rafinat concluziile predecesorului său, Sadi Carnot, privind bazele teoriei căldurii (ciclul Carnot), declarând *constața energiei și tendința de entropizare ca legi fundamentale în univers.*

Cea de-a doua lege a termodinamicii (legea entropiei), preocupându-se de *calitatea energiei*, postulează că orice transformare dintr-o formă de energie în alta presupune pierderi. În aparență, pare să contrazică prima lege, însă o privire mai atentă relevă faptul că pierderile nu sunt cantitative, ci de ordin calitativ (Common et al., 2005, Odum, 1996). Calitatea se referă aici la proporția de energie care este încă disponibilă pentru transformare. Împreună cu prima lege a termodinamicii, putem înțelege mai bine contexul energetic care guvernează sistemele teritoriale – orice *proces necesită transformarea energiei disponibile, dar într-o formă ireversibilă și în scădere cantitativă*.

Primul și al doilea principiu al termodinamicii sunt importante în procedeul de evaluare emergetică. Grafic, în modelele conceptuale energetice, energia degradată rezultată în urma fiecărui proces (căldura) este direcționată către exteriorul sistemului prin intermediul unei linii de tip flux orientate spre simbolul reprezentând "vana de drenaj" (sink). Energia poate să intre și să circule în cadrul unui sistem doar dacă o parte a acesteia este dispersată ca flux de căldură către vana de drenaj. Putem afirma că degajarea de energie degradată în urma fiecărui proces și direcționarea acesteia către vana de drenaj reprezintă export de entropie către sistemele limitrofe, acolo unde poate fi transformată în energie utilă acestora (Petrea, 2005). În lipsa dispersării energiei sub forma căldurii, procesele nu ar putea să aibă loc, forța de contrapondere fiind egală cu forța de producere. Acest aspect permite sistemelelor să funcționeze aproape sau departe de echilibrul termodinamic.

Cel de-al treilea principiu al termodinamicii a fost enunțat în anul 1906 sub forma unei teoreme a căldurii și îi este atribuit fizicianului și chimistului Walter Nernst (teorema lui Nernst). Această lege se raportează la comportamentul entropiei unui sistem în jurul

temperaturii de zero absolut (-273,15º C) postulând faptul că entropia va fi egală cu zero pentru orice entitate materială pură aflată la această temperatură.

Inginerul american Willard Gibbs (On the Equilibrium of Heterogeneous Substances, 1876), recunoscut, alături de Hermann Helmholtz, ca fiind unul din părinții fondatori ai termodinamicii chimice, a sintetizat principiile într-o ecuație fundamentală reprezentând funcția de stare a unui sistem termodinamic, numită *energia liberă Gibbs* (entalpie liberă).

Cu toate că nu sunt recunoscute oficial alte principii termodinamice, o parte a lumii academice se raportează la *relațiile de reciprocitate* descoperite și fundamentate de către chimistul Lars Onsager (Reciprocal Relations in Irreversible Processes I, II, 1931), ca reprezentând un al patrulea principiu al termodinamicii. Relaționarea ideilor lui Onsager cu evoluția i-a determinat pe unii cercetători din domeniul economiei termodinamice (Georgescu-Roegen, 1971) și ecologiei termodinamice (Odum, 1997) să încerce să formuleze ipoteze cu privire la principiile energiei, materiei sau puterii în natură.

Natura și societatea beneficiază de instrumente de stocare a energiei ca parte integrantă a proceselor de operaționalizare, iar când stocarea energiei devine o prioritate, această operațiune se execută maximizând prin ajustare încărcăturile energetice. Principiul puterii maxime a lui Lotka (1922a), deși parțial ambiguu, indică faptul că maximizarea energetică pentru a servi unui scop prioritar și de maximă utilitate pentru sistemul în cauză a devenit criteriul după care funcționa selecția naturală. Cu alte cuvinte, într-un mediu competitiv, vor supraviețui doar acele sisteme pregătite prin capacitatea de ajustare a încărcăturii energetice pentru un nivel maxim de eficiență (Odum, 2007). Această posibilitate a fost riguros demonstrată şi amplu argumentată de către Prigogine (Prigogine et al., 1973, 1977, 1980) prin fundamentarea teoriei sistemelor disipative aflate departe de echilibru, teorie prin care au fost puse practic bazele termodinamicii nonlineare (de nonechilibru) ale cărei enunţuri completează benefic principiile termodinamicii clasice (de echilibru).

2.2.3 Ierarhie și organizare în sistemele teritoriale energetice

Toate sistemele dezvoltă tipare spațiale ierarhice. Pe măsură ce energia se transformă, materia care o înglobează gravitează spre centre de concentrare – de consum, monetare, informaționale, etc. Clusterizarea spațială și procesele adiacente de stocaj și transformare a energiei în unități de același tip este un atribut al *proprietății de autoorganizare* (Chorley et al., 1985, Restian, 1989, Drăgănescu, 1990, Odum, 1996). *Cu cât energia parcurge mai multe etape de transformare, cu atât aceasta va scădea cantitativ, dar va spori calitativ, situându-se pe o treaptă ierarhică superioară*. Diagramele energetice, ca modele conceptuale, pun în evidență logica treptelor ierarhice prin poziția surselor de energie și a sensului fluxurilor în cadrul schemei sistemice.

2.3 Stocuri și fluxuri

Cele două categorii noționale, împreună cu relațiile stabilite între ele, reprezintă concepte operaționale de bază în analiza cantitativă a sistemelor. Fluxurile naturale de energie și formele de capital natural descrise mai jos intră în categoria așa-numitelor eco-energii primare (Ianoș et al., 2011). Despre eco-energii, Ianoș (2000, citat în Ianoș, 2011) afirmă că acestea reprezintă acele forme de energie constituite natural, înaintea oricărui proces antropic. Geneza lor este continuă (Ianoș et al., 2011) dar afectată de procesele

industriale care diminuează cel puțin unele stocuri (masă forestieră, minerale, combustibili fosili etc.). Un stoc reprezintă o cantitate de energie / materie existentă la un moment dat, iar fluxul reprezintă cantitatea per unitatea de timp. Atunci când energia provenită dintr-o sursă “curge” în sistem și generează un proces, *descriem procesul și rezultatul său ca lucru*. În lucrarea de față, stocurile și fluxurile au fost analizate cantitativ într-un cadru abstractizat de circulație a materiei și energiei.

2.3.1 Resurse energetice de tip stoc

Resursele de tip stoc reprezintă energie stocată în sistem sub diverse forme. Acestea pot genera un flux, în legătură strânsă de dependență față de sursa de proveniență. Se pot diferenția următoarele tipuri:

- *Capitalul natural* – constituit din tot ceea ce natura a construit în urma proceselor geologice, de morfogeneză, a formelor conexe rezultate în urma eroziunii și acumulării, a proceselor hidrice, climatice, edafice sau de sinteză și care **furnizează servicii societății și economiei** (Odum, 2007). Resursele minerale, formele de relief, cuvertura edafică sau stocurile biotice (adică orice formă de populație ce se poate reproduce), constituie formele de bază pentru exemplificarea acestui tip de capital.
- *Capitalul antropic* – este reprezentat prin termenul generic de infrastructură tehnică, înglobând clădiri, infrastructura de acces, vehicule, echipamente (Mellino, 2014). Investiția în producția acestora presupune consum de resurse din stocurile energetice primare, capital financiar, forță de muncă, capital intelectual etc.
- *Capitalul uman* – este reprezentat în special de stocul de cunoaștere înglobat în indivizii ce formează o colectivitate umană, alături de echivalentul atributelor cantitative (număr, densitate, dinamică demografică), prin intermediul căruia se pot furniza servicii utile societății.
- *Capitalul intelectual* – reprezintă cunoașterea disponibilă societății care nu este înglobată în indivizi, ci păstrată pe diverse suporturi.
- *Capitalul social* – este reprezentat prin obiceiurile, relațiile între indivizi, intituțiile și *rețelele sociale* care formează un ansamblu important al culturii umane. Baza definirii capitalului social o reprezintă valoarea pe care o au rețelele sociale. Valoarea este observabilă și prezintă potențial cuantificabil prin intermediul beneficiilor ce decurg ca urmare a stabilirii unor relații bazate pe încredere, reciprocitate, informare și cooperare între indivizii unei colectivități. Relațiile mai sus menționate sunt asociate ca atribute de bază ale rețelelor sociale (https://www.hks.harvard.edu/programs/saguaro/about-socialcapital).

2.3.2 Resurse energetice de tip flux

Resursele de tip flux nu au stoc omolog pentru același tip de energie. Ele nu se acumulează nici nu descresc cantitativ. Cantitatea folosită acum nu are implicații asupra disponibilității resursei în viitor. Unul din cele mai reprezentative exemple este cazul fluxului de radiație solară, care, într-o anumită locație, este aproximativ constant de-a lungul unei perioade de timp îndelungate, fără nicio legătură cu valorificarea umană a acesteia în economie. În cazul în care energia solară este valorificată prin panouri solare,

cantitatea de electricitate generată acum nu are nicio implicație asupra cantității de energie electrică ce va fi produsă mâine (Common et al., 2005). Exemplificăm mai jos:

- *Surse de energie naturale regenerabile*, disponibile în zonele intracontinentale:
  - **Energia solară** – la scara societății umane reprezintă cea mai diluată formă de energie, dar practică acolo unde poate fi folosită în scopuri pasive, ce nu implică costuri ridicate (încălzirea pereților unei clădiri, uscarea rufelor, împreună cu energia eoliană). O mare parte din energia solară la suprafața Pământului este capturată și convertită în biomasă de plantele verzi. Energia solară reprezintă energia primordială din care derivă celelalte forme de energie;
  - **Energia geotermică** – orice disparitate în distribuția temperaturii poate fi folosită pentru a produce lucru. Cu cât mai mare disparitatea gradientului geotermic, cu atât se poate obține mai mult lucru. De regulă, este considerată o sursă de energie regenerabilă;
  - **Energia eoliană** – vântul joacă un rol extrem de important în circulația generală a atmosferei și a proceselor ce o definesc. Deși vântul reprezintă o formă mult mai concentrată de energie decât energia solară, este atât de dispersat teritorial încât necesită echipamente ce ocupă spații foarte largi în încercarea de a captura energia sa și de a o transforma în energie electrică;
  - **Energia precipitațiilor** – energia sistemelor atmosferice este mult mai concentrată decât energia solară din care este compusă, însă energia solară a fost utilizată cu precădere în procesul de conversie a vaporilor de apă dintr-o stare în alta. Oceanele și atmosfera colectează și transformă energia solară într-un imens motor cu temperatură joasă care produce vânturile, ploile sau curenții marini care lovesc uscatul prin puterea valurilor. Ploile și zăpada care se concentrează în zonele montane reprezintă o formă de acumulare energetică suplimentară sub forma energiei potențiale în apele de altitudine și ghețari. Cursurile de apă, forme elementare de organizare a apelor din precipitații, operează procese de eroziune, transport și acumulare și pot fi valorificate energetic prin construcția de hidrocentrale;
  - **Energia biomasei** – plantele verzi folosesc energia solară în procesele bio-chimice de conversie a luminii, prin fotosinteză, în biomasă. Reprezentată în principal prin masa lemnoasă forestieră, *atunci când rata consumului depășeste cu mult rata de refacere a stocului, aceasta devine o resursă neregenerabilă*.
- *Surse de energie naturale neregenerabile* – la scara temporală a societății umane, rata de refacere este zero.
  - **Resursele minerale** – cu proveniență din stocuri omogene, odată extrase, nu mai pot fi înlocuite.
  - **Resursele de sol** – asemeni resurselor abiotice, solurile constituie o resursă neregenerabilă, pierderea sa prin degradarea declanșată de eroziune, practici agricole, salinizare și altele neputând fi recuperată în intervalul de viață uman.
- *Surse de energie de proveniență antropică* – reprezintă o formă concentrată de energie, rezultată în urma conversiei energetice a unei materii prime regenerabile sau, cu preponderență, neregenerabile în energie utilă.

3. ASPECTE METODOLOGICE ȘI PROCEDURALE

3.1 Teoria emergiei – suport metodologic integrat

Conceptul de **emergie** derivă din observațiile lui H.T. Odum, ecologist american renumit pentru munca de pionerat în domeniul ecologiei ecosistemelor și a teoriei sistemelor în general. Odum și-a concentrat atenția și o bună parte din viața profesională studiului variațiilor calitative ale energiilor, derivate din capacitatea diferită a acestora de a genera lucru, propunând metodologii complexe de cuantificare a acestora, metodologii ce au la bază un numitor comun.

Emergia *este energia utilizată direct sau indirect în trecut pentru a crea un produs sau pentru a furniza un serviciu* (Voora et al., 2010), definindu-se în continuare ca *energia încorporată și utilizată ca mijloc de măsurare a acțiunii cumulative a energiilor ce operează într-un lanț* (Ianoș, 2000).

Cercetătorii din domeniul științelor environmentale de exemplu, care au utilizat metodologia emergetică în diverse studii, susțin că aceasta este o modalitate adecvată de a evalua "bunurile și serviciile" dintr-un ecosistem în condițiile în care acestea, datorită degradării sau dispariției mediilor pur naturale, devin din ce în ce mai rare. Raportul Millenium Ecosystem Assessment arată că, la nivel global, peste 60% din ecosisteme sunt degradate sau exploatate în mod nesustenabil (Voora et al., 2010). *Bunurile și serviciile de acest tip reprezintă beneficiile pe care o comunitate le utilizează din mediul adiacent și care sunt esențiale funcționării noastre*.

Într-o oarecare măsură, întregul concept epistemologic din spatetele teoriei emergiei se bazează pe principiul puterii maxime al lui Lotka. Atâta timp cât există materie și energie neutilizată (Lotka, 1922a), în orice instanță, sistemele tind să-și crească parametrii de masă, de circulație a materiei, fluxului energetic în sistem, obligînd astfel sistemele la o maximizare a fluxurilor în raport cu constrângerile sistemelor învecinate. Câștigă cele care dezvoltă forme variate de energii utile (Ianoș, 2000).

Cu o puternică înclinație înspre principiile termodinamicii (apar disesiuni între experți cu privire la aplicabilitatea primului principiu în analizele bazate pe metodologia emergetică - Hau et al., 2004, Cleveland et al., 2000 în Voora et al., 2010), metodologia emergetică are la bază premisele principiului al II-lea al termodinamicii, privind caracterul capacității de transformare și transfer al energiei. **Astfel, emergia pentru o unitate dintr-o resursă de orice tip este exprimată ca produsul dintre cantitatea efectivă de energie și valoarea transformității solare a respectivei forme de energie.**

Emergia (sej) = energia disponibilă (J) * transformitatea (seJ/J)

Menționăm de pe acum faptul că emergia exprimată per unitatea de masă este denumită **emergie specifică**, asta datorită faptului că emergia solidelor este mult mai bine exprimată raportându-ne la masa acestora (Viglia et al., 2014).

Emergia (sej) = cantitatea disponibilă (g) * emergia specifică (seJ/g)

Abordarea emergetică utilizează valori de energie bazate pe fluxurile de energie disponibilă, potrivite sau convertite în forme de energie capabile să producă mai mult lucru.

Fluxurile de energie individuale sunt insuficiente pentru a evalua diferite sisteme / ecosisteme, pentru că ele nu pot încorpora eforturile din trecut utilizate de natură sau economie pentru a produce un bun sau pentru a furniza un serviciu esențial pentru o comunitate. Abordarea emergetică evaluează în mod obiectiv valorile bunurilor și serviciilor din mediul natural, din societate și economie, exprimându-le în **Emjoule**. Comparând o unitate de Joule, care desemnează cantitatea de energie ce poate fi utilizată la momentul respectiv, *unitatea de emjoule încorporează energia utilizată direct sau indirect în trecut pentru a produce acea unitate de Joule*.

Pentru cunoașterea și determinarea unor astfel de valori, se utilizează **coeficienți de transformitate solară / coeficienți de emergie specifică,** care reprezintă energia solară, exprimată în Joule, folosită în trecut pentru a produce un Joule de energie disponibilă la momentul actual sau un gram de masă (a se vedea abstractizarea ecuațiilor algebrice de mai sus).

Deoarece toate bunurile și serviciile disponibile ca și capital natural, social și economic pot fi exprimate în unități de emergie, se pot face comparații astfel încât să se poată evalua capacitatea de sustenabilitate a unui sistem teritorial.

Mai mult, baza comună de evaluare oferă un instrument utilizabil în politicile la nivel decizional privind managementul și dezvoltarea teritoriilor. Desigur, ca de altfel orice teorie sau metodologie, și teoria emergiei împreună cu "arsenalul" său metodologic au fost supuse criticilor, aceasta fiind descrisă ca idiosincratică și acuzată că ignoră principiul aditivității (Voora et al., 2010). O vizualizare rapidă a principalelor etape ale procedurii de concepere a diagramelor sistemice evidențiază că, cel puțin în această primă etapă, principiul aditivității este respectat. Acest fapt este posibil datorită aplicațiilor practice ale acestui principiu în modelările de laborator efectuate pe *sistemele liniare*. Modelul conceptual al sistemului teritorial prin utilizarea limbajului grafic specific nu este altceva decât o reprezentare esențializată, liniară și deterministică a realității teritoriale.

În ciuda perceputei complexități conceptuale și metodologice, abordarea emergetică este utilizată cu succes atât în mediul academic (Bastianoni et al., 2007, Pulselli et al., 2008, Ulgiati et al., 2011, Brown et al., 2008), cât și în activitatea multor instituții publice, ca de exemplu, Agenția pentru Protecția Mediului (U.S. EPA), sau Agenția pentru Managementul Pădurilor (U.S. Forest Service) din Stalele Unite, pentru sprijinirea politicilor în procesul decizional (Brown et al., 2007, Campbell et al., 2009, citat de Voora et al., 2010). În Europa, grupul din cadrul departamentelor pentru Științele Pământului, Mediu și Științe Fizice – Ecodynamicsgroup – Universitatea din Siena precum și grupul departamentului pentru Știință și Tehnologie din cadrul Universității Parthenope, Napoli, aplică premisele metodologice ale teoriei emergiei în efortul de a găsi soluții aplicabile în dezvoltarea sustenabilă a comunităților.

Voora și Thrift (Voora et al., 2010), pe baza unui studiu implicând interviuri cu experți, analize online și examinări ale literaturii de specialitate, susțin că metodologia emergetică, îmbogățită cu instrumente economice poate conduce la o evaluare a tendințelor evoluționiste ale capitalului natural ce tinde, după cum s-a specificat mai sus, către o eficientizare energetică.

Sintetizând, mai jos sunt explicate principalele noțiuni care alcătuiesc terminologia de bază utilizată în cadrul acestei metodologii:

emergie	toată energia disponibilă utilizabilă pentru a produce un bun sau serviciu, exprimată prin utilizarea unei unități de măsură comune
emjoule	unitatea de măsură care are dimensiunea energiei utilizate în prealabil pentru producerea acelui bun sau serviciu (Joule – gram/ centimetru^2 / secundă^2
transformitate solară	valoarea de emergie solară exprimată per unitatea de energie (seJ/ J // seJ/g)
transformitate	factor de convergență a energiei reprezintă o *măsură a ierarhiei energiei în sistem*. Altfel spus, cantitatea de emergie de un anumit tip necesară pentru producerea unei unități de energie de alt tip. De exemplu, dacă pentru producerea unui joule de energie electrică sunt necesari 3 emjouli de energie provenită din cărbune (cej) și 1 emjoule de servicii, atunci transformitatea energiei cărbunelui în energie electrică este de 4 emjoule de cărbune / 1 joule de energie electrică, adică 4 cej/J.

**După Odum, 1996, Brown & Williams, 2000, în Vooka & Thrift, 2010

3.2 Emergia și ierarhia energetică

Procedura de evaluare emergetică se bazează pe elementele fundamentale privind distribuția și ierarhia energiei. Principiul fundamental de la baza acestui concept postulează faptul că, pe de-o parte, energia organizează tipare ierarhice, dar în același timp, energia este o ierarhie în sine. Exemplificând, transformările energetice pot forma o serie de procese în cadrul cărora rezultatul unui proces de transformare anterior constituie factorul declanșator al procesului de transformare imediat următor (Odum, 2007). Conform lui Odum (Odum, 1987, 1988) „toate transformările energetice cunoscute pot fi conectate într-o serie în funcție de cantitatea de energie de un anumit tip rezultată în urma unei transformări, necesară pentru următoarea”. În urma acestor transformări, energia disponibilă scade cantitativ, dar calitatea acesteia crește.

O transformare energetică nu este altceva decât conversia unei forme de energie într-o altă formă. Așa cum postulează principiul al doilea al termodinamicii, în cadrul procesului, energia este transformată cu degajare de căldură.

Atunci când energiile de diferite tipuri, aflate pe niveluri diferite în ierarhia energetică universală, trebuie să fie comparate sau efectele acestora măsurate, acestea trebuie să fie exprimate în unități de măsură ce caracterizează o singură formă de energie (Odum, 2007). Din această necesitate a rezultat conceptul de emergie.

Emergia constituie un tip de unitate de măsură, introdusă prin consens, ce poate caracteriza cantitativ, într-o formă unitară, componenți care pot reda funcția de stare a unui sistem. Unitățile de emergie sunt notate cu prefixul em (emcalorii / emJoule etc). În cadrul lucrării de față se va utiliza emJoule-ul solar. Urmărind șirul de transformări într-o rețea, emergia necesară unui proces superior pe scara ierarhică va purta semnătura tuturor transformărilor anterioare. *Emergia dispare atunci când entropia este maximă iar întreaga cantitate este transformată în căldură degradată.*

3.3 Transformitatea – formă de reductibilitate și uniformizare a parametrilor măsurabili sub o singură unitate de măsură

Transformitatea solară, după unitatea de măsură principală a emergiei, se definește ca fiind "cantitatea de emergie solară necesară pentru a produce un Joule de energie înglobat într-un produs sau serviciu și reprezintă raportul dintre emergia solară necesară producerii sale, divizată la conținutul său energetic sau material"(Odum, 1996). Se exprimă în **emJoule / Joule (seJ/J) și emJoule / gram (seJ/g).** În cazul din urmă poartă numele de emergie specifică**.**

Cu cât produsul sau serviciul necesită mai multe transformări energetice pentru a ființa, cu atât mai mare va fi transformitatea / emergia specifică. Acest lucru se datorează faptului că, după cum s-a menționat mai sus, la fiecare transformare a energiei, energia disponibilă de un anumit tip este consumată pentru a produce o cantitate mai mică de energie de o altă formă. Așadar, energia descrește, dar emergia este în creștere, prin urmare cantitatea de emergie per unitatea de energie crește automat.

Bunurile și serviciile necesită cantitățile cele mai mari de emergie pentru a le produce. Acestea au valori ridicate ale transformităților, deși cantitativ, energia lor este redusă. Exemple în acest sens sunt forța de muncă și *informația*.

3.3.1 Unități de măsură standard a parametrilor măsurabili în evaluarea emergetică

Ținând cont de varietatea și eterogenitatea resurselor energetice evaluate în lucrarea de față, s-a considerat necesară introducerea unui scurt subcapitol care să prezinte, într-o formă sintetică, unitățile de măsură standard sub care acestea au fost cuantificate iar ulterior convertite în **unitatea de energie de bază – Joule-ul – și unitatea de masă de bază – gramul**. O dată efectuată această conversie, valoarea emergetică (seJ) se determină prin înmulțirea valorii energetice sau de masă, la valoarea coeficientului de transformitate potrivit.

cantități de bază și derivate	unități de măsură standard (SI)	unități de măsură utilizate
suprafața	1 ha = 10^4 m^2 = .01 km^2	m^2 și ha
masa	1 kg = 10^3 g	g și g/an
volumul	1 m^3 = 10^3L	m^3 și m^3/an (debit)
densitatea – masei	1kg/m^3 = 10^3g/m^3	g/m^3
densitatea – apei	1 m^3 = 10^6g	g/m^3
densitatea – alte lichide	1kg/L = 10^3g/L	g/L
densitatea – aerului la nivelul mării	1 m^3 = 1.2^3g	g/m^3
timpul	s = 3.6^3s / h = 3.15^7s/an	s/an
distanța	1 m = 0.001 km	m
viteza	m/s	m/s/an
presiunea	1 atm = 1013.25 mbar = 760 mmHg	mbar și mmHg
temperatura	g^0 C	g^0 C
energia	1W = 0.001 Kwh = 3600 Joule	W, kWh și J/an
energia	1Cal = 1 kcal = 1000 cal = 4187 Joule	J/an
flux energetic de suprafață /radiație	1W/m^2 = 3600 J/m^2	W/m^2 și J/m^2 și J/ha
energie specifică	1J/kg = 0.001J/g	J/g

Tabel 1. Unități de măsură standard utilizate în procesul de cuantificare a resurselor energetice definitorii ale sistemului teritorial bazinul morfohidrografic al Marei (după Units & Conversions Fact Sheet, Supple. D., MIT Energy Club, http://web.mit.edu/mit_energy; International System of Units (SI), The NIST Reference on constants, units and uncertainty, http://physics.nist.gov/cuu/Units/units.html)

3.4 Procedura de evaluare emergetică

În general, procedura implică trei etape distincte (după Brown et al., 1999, Voora et al., 2010).

3.4.1 Limbajul sistemic grafic – model conceptual de abstractizare a realității teritoriale

Abstractizarea unui sistem prin intermediul unui desen, folosind un fond convențional de semne grafice, reprezintă primul pas al procedurii de evaluare emergetice. Diagramele sunt compuse dintr-un set de simboluri grafice, însoțite de explicații formale privind semantica acestora, prin intermediul cărora este posibilă comunicarea vizuală a complexității unui sistem (structură internă, componenți și relații). Diagramele reproduc, într-o formă bidimensională, abstractizată și reductibilă la scară, rețeaua de fluxuri energetice utile unui sistem (teritorial, de producție, organism etc.), precum și restricțiile impuse de legile termodinamicii. Diagramele sistemice mai poartă denumirea de modele conceptuale iar în faza inițială, au caracter pur *calitativ*. Din punct de vedere teoretic, datorită gradului ridicat de schematizare și simplificare, modelul conceptual ar putea fi catalogat ca reprezentând o *abordare grafică deterministică a unui sistem liniar*.

În faza avansată a modelării cantitative, sistemele de ecuații, expresii, coeficienți și date sunt folosite pentru a simula funcționalitatea sistemului respectând dispunerea elementelor grafice în diagramă, precum și pentru a face predicții cu privire la oscilațiile stării sistemului în condiții de variabilitate. Modelarea cantitativă predictivă poate fi abordată:

- empiric – reprezentând relații determinate strict de date;
- mecanistic – bazându-se pe testarea ipotezelor privind particularitățile de organizare și funcționare a sistemului;

În procesul de concepere a unui model conceptual, în funcție de caracteristicile sistemului, se deosebesc următoarele etape:

- definirea și trasarea limitelor sistemului;
- conceperea unei liste conținând componenții (resursele) definitorii ai sistemului;
- conceperea unei liste conținând cele mai importante tipuri de fluxuri de energie și materie care tranzitează sistemul, precum și sursele de proveniență a acestora;
- conceperea unei liste conținând procesele despre care se crede ca sunt esențiale în funcționarea sistemului;

După definirea limitelor și a desfășurării spațiale a sistemului teritorial, se concepe diagrama logică, abstractizată, ce definește și inventariază componenții, procesele, stocurile de energie și fluxurile acestora în sistem. Se insistă asupra includerii celor mai importante elemente, absolut necesare în evaluarea teritoriului.

Dacă fluxurile sunt reprezentate prin curbe - săgeți direcționate într-un singur sens, pentru a sugera ireversibilitatea procesului, restricțiile sunt marcate tot cu ajutorul unor curbe - săgeți orientate spre partea inferioară a diagramei, înspre cuveta de drenaj termic (căldura degradată). Formele potențiale de stocaj energetic sunt marcate printr-un simbol specific. Prima lege a termodinamicii este respectată prin echilibrarea tuturor variabilelor de intrare, de stocaj, cu cele de ieșire (exporturi) și prin cele orientate înspre cuveta de drenaj termic. Multiplele forme de lucru efectuate prin forțe de fricțiune în interiorul unităților de stocaj sunt ilustrate prin curbe-săgeți direcționate și acestea spre cuveta de drenaj.

simbol	semnificație	explicație
	circuit energetic	cale a fluxului de energie proporţional cu cantitatea la sursă sau în resursa cu capacitate de stocare
	sursă de energie	sursă de energie externă (exogenă / endogenă), al cărei flux se supune unor comenzi din exteriorul sistemului
	resursă cu capacitate de stocare	variabilă independentă din interiorul sistemului cu capacitate de stocare și rol de echilibru între intrări și ieșiri
	dispersie căldură	dispersia energiei potențiale prin căldura ce însoțește toate procesele de transformare și stocare / pierdere de energie potențială prin căldură, neutilizabilă de către sistem
	interacțiune	intersecție a două circuite de energie, necesare pentru producerea unui anumit tip de flux, produs, serviciu
	consumator	unitate care transformă calitatea energiei, o stochează și o eliberează sub formă de feed-back pentru îmbunătățirea fluxului interior
	comutator	desemnează acțiuni de comutare (activare-dezactivare) a fluxurilor de intrare și ieșire (cutremure, inundații)
	producător	unități care primesc și transformă energia în produse specifice (în special în sfera industrială)
	receptor energetic cu autolimitare	deține capacitatea de autolimitare a fluxurilor atunci când factorii de intrare depășesc valori de prag
	alte variabile / funcții	desemnează orice alte variabile sau funcții

Tabel 2. Limbajul sistemic de bază după Odum (1994), care a derivat simbolurile după alte modele sistemice sau chiar după diferite limbaje de programare

3.4.2 Variabilele sistemice ca și resurse energetice. Stabilirea categoriilor energetice de tip flux și stoc

Pentru stabilirea principalelor categorii de resurse sistemice ce au un impact major asupra sistemului teritorial analizat, s-a ținut cont de unele caracteristici definitorii ale bazinului morfohidrografic al Marei. Râul Mara, curs din categoria râurilor nordice de tip carpatic vestic, își adună apele de pe o suprafață de peste 410 de km^2, drenând aproape în întregime arealul de vest al Țării Maramureșului.

Având ca suport o structură de relief complexă, compusă din forme condiționate petrografic și tectonic, prezintă la nivel de interfață semnele unei pregnante modelări antropice, efectuate prin perpetuarea unor activități economice seculare. Combinația complecșilor factori fizici, hidrici și climatici de bază, influenţează caracteristicile umane ale spațiului. Dintre aceștia, configurația reliefului, prin factorii săi de control morfologici și morfometrici, determină variații în regimul drenajului, precipitațiilor, radiației calorice primite, cu efecte asupra caracterelor locuirii. Mai mult, aceștia se întrepătrund cu factorii evolutivi antropici, de natură istorică și socio-economică, generând unicitatea și specificitatea teritoriului.

Profilul economic preponderent agro-pastoral și agro-forestier al comunităților din bazinul Marei, reliefat la nivel de peisaje geografice trădează dependența de resursele locale (resursele forestiere, hidrice și de sol) precum și modul de percepţie asupra spațiului. Calitatea medie a solurilor cambice și luvice specifice sectorului depresionar, pretabile în special dezvoltării pajiștilor ca formă de valorificare antropică, contribuie la imprimarea caracterelor economiei de subzistență ce caracterizează acest areal.

Pe baza acestei scurte caracterizări, s-a construit o diagramă energetică ce descrie din punct de vedere sistemic arealul studiat.

Limitele bazinale sunt date de cumpăna de ape ce separă înspre vest caldeira tectonică a Marei de bazinul Săpânței și de bazinul Săsarului, restul platoului vulcanic Igniș continuându-se înspre sud-est prin cumpăna Munților Gutâi, Văratec, Piemontul Văratec înspre est, structura monoclinală a dealurilor Călineștiului înspre nord-est, sistemul de terase al râului Iza înspre nord.

Relieful, per ansamblu, a fost catalogat ca stoc de energie, pe considerentul potențialului de exploatare a andezitelor bazaltoide din Munții Igniș, a andezitelor de Gutâi sau a celor din Piemontul Văratecului. De asemenea, solurile, produse de sinteză din categoria resurselor neregenerabile au fost reprezentate ca resurse de tip stoc. Întreaga suprastructură antropică, compusă dintr-o rețea de 15 așezări eminamente rurale organizate din punct de vedere administrativ în șase comune, a fost reprezentată ca un subsistem agro-pastoral / agro-forestier. În interiorul acestuia populația locală a construit un întreg capital antropic, reprezentat în principal prin infrastructuri destinate locuirii, o rețea de acces rutier și echipamente destinate muncilor agricole sau exploatării și prelucrării primare a resursei forestiere.

Ca sisteme de producție primară, au fost reprezentate prin simbolurile potrivite sistemul forestier și cel agricol. Necesitățile populației locale sunt reliefate prin obiceiurile de consum și dependența față de resurse procurabile din afara bazinului, redate grafic prin multiplele fluxuri antropice de resurse materiale, energetice și servicii.

Principalul vector de masă și energie din sistem, râul Mara, împreună cu afluentul Cosău, în condițiile unui debit fluctuant dar relativ constant, este reprezentat sub forma unui stoc aflat în stare de *echilibru dinamic* și ca flux reglator al energiei precipitațiilor.

Resursele naturale regenerabile cu influență asupra stării și dinamicii teritoriale sunt reprezentate de energiile solară, geotermică, eoliană și a precipitațiilor, cea din urmă constituindu-se ca principalul factor de modelare dinamică a teritoriului.

3.4.3 Divizarea suprafeței topografice în unități teritoriale omogene

Un aspect deosebit de important, în special în ceea ce privește repartiția energetică la suprafața bazinului, fie la intrarea în contact cu aceasta, fie prin stocaj propriu-zis a energiilor de intrare, este legat de segmentarea suprafeței topografice în areale omogene. Omogenitatea poate avea în vedere aspecte cu caracter morfometric (geodeclivitate, altitudine), tipul de acoperire cu vegetație, tipul de sol, tipologia rocilor subiacente ș.a.m.d. (Leavesley et al., 1983).

Datorită faptului că **valorile de emergie se exprimă de regulă la hectar**, s-a decis divizarea întregii suprafețe a bazinului în unități omogene cu extensiunea spațială de un hectar. Reprezentând cu ajutorul platformelor Quantum GIS / ARC GIS / Saga GIS distribuția spațială a energiei pe unități cu suprafața de un hectar, acestea vor fi numite *unități omogene.*

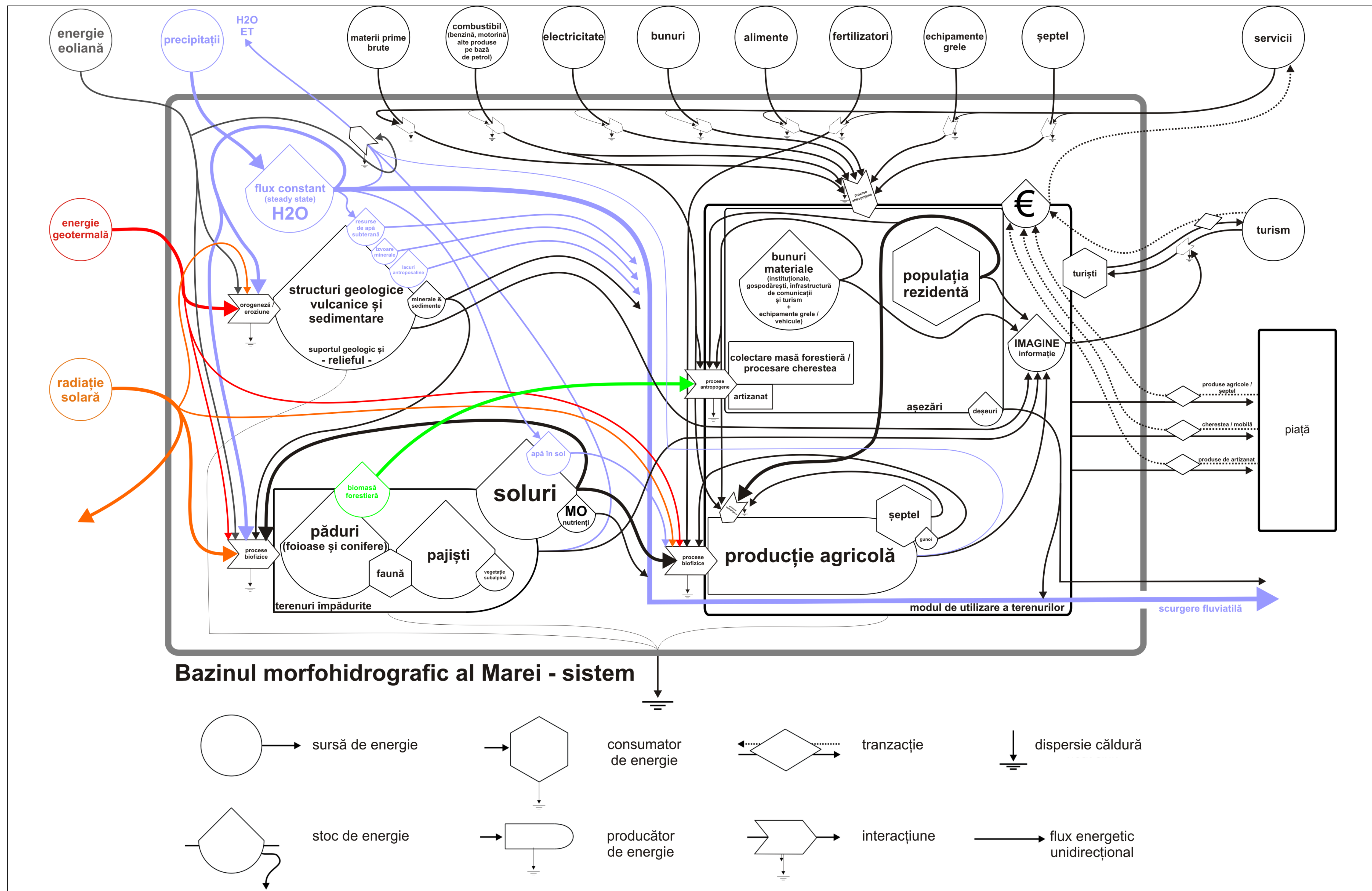


Figura 1. Modelul structural-energetic al sistemului teritorial bazinal al Marei

Cantitatea de energie disponibilă la hectar în perimetrul unei unități nu este altceva decât o formă de răspuns a unității în funcție de *atributele sale cantitative și calitative*.

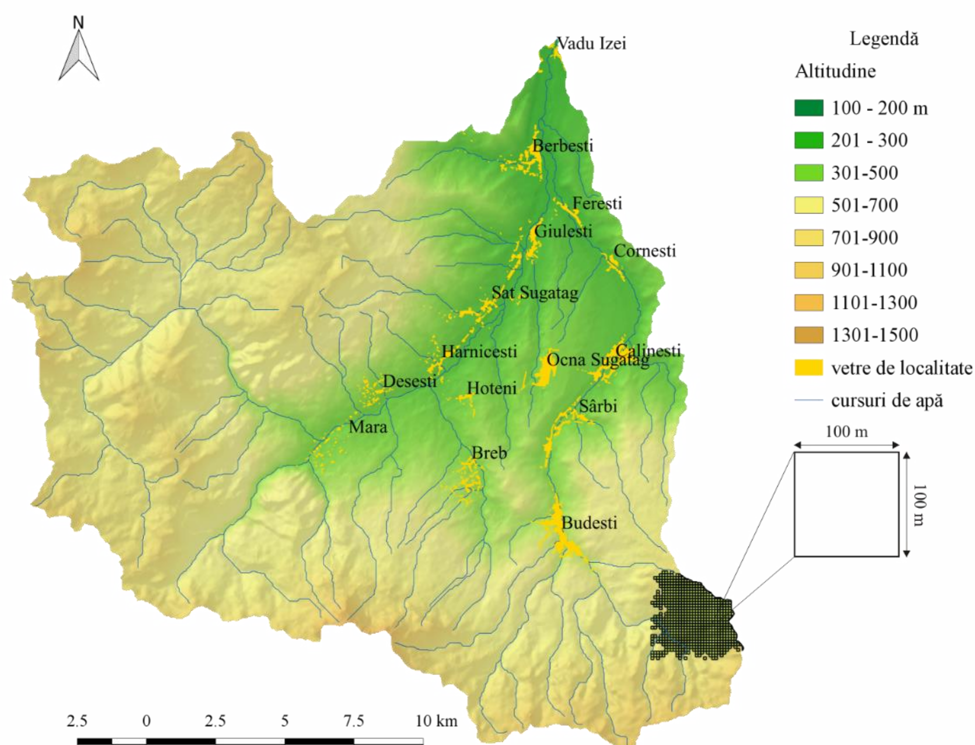


Figura 2. Unități energetice omogene în bazinul Marei

3.4.4 Conceperea modelului tabelar

Următorul pas al procedeului de evaluare a presupus crearea unei baze de date privind valorile din punct de vedere energetic al tuturor variabilelor esențiale implicate în funcționarea sistemului teritorial, conform modelului conceptual prezentat mai sus. Mai apoi, valorile energetice sau de masă a stocurilor și fluxurilor au fost convertite în unități de emergie, folosind coeficienții de transformitate specifici fiecărui tip de resursă în parte. Pentru cuantificarea fluxurilor, valorile de emergie au fost exprimate per unitatea de timp – un an de zile.

Pilonul central al procedeului de evaluare emergetică este reprezentat de modelul tabelar de mai jos. Păstrarea structurii tabelare reprezintă condiția univocă în pregătirea oricărei cercetări de acest tip.

1	2	3	4	5	6	7
crt.	item	unități J/g/$	date / an	UEV sej/unitate	referințe UEV	**emergie seJ/an**
câte un rând pentru fiecare resursă energetică de tip flux, stoc, proces de interes						

Tabel 3. Modelul tabelar standard utilizat în evaluările emergetice (după Odum, 1996, pag. 79)

Baza de date utilizată în această lucrare a fost dezvoltată în programul Microsoft Excel, conform structurii și procedurii standardizate aferente. Pentru calculele care au stat la baza

prelucrării, denominării și obținerii în final a valorilor de emergie, s-a făcut uz de suita de funcții a programului.

Scurtă explicație privind structura tabelară:

Coloana 1 – crt – este importantă deoarece pentru fiecare item evaluat se vor menționa, printr-o notă de subsol, sursele de proveniență a datelor primare prin indicarea numărului rândului. În lucrarea de față, datorită introducerii unei faze preliminare de descriere și cuantificare a majorității componenților sistemici, sursele datelor primare au fost menționate în textul lucrării sau într-o nouă coloană de tabel.

Coloana 2 – item – în această coloană se notează denumirea fluxului, stocului, procesului.

Coloana 3 – unități – se notează unitățile de măsură standard în care se exprimă itemii, și anume Joule-ul pentru energie, gramul pentru mase sau dolarul, ca valută de referință pentru fluxurile monetare.

Coloana 4 – date / an – în această coloană se notează valoarea cantitativă primară a itemului în cauză. Important de reținut este faptul că, dacă valorile nu sunt exprimate de la bun început în unitatea de măsură de bază, acestea trebuie convertite prin algoritmul de denominare propriu.

Coloana 5 – UEV – reprezintă unitățile valorice de emergie sau coeficienții de transformitate. Exprimă cantitatea de emJoule necesară pentru producerea în trecut a fiecărui J/g/$. *Coloana 6 – referințe UEV –* în această coloană se vor menționa autorii și anul în care au fost obținute calculele coeficienților de transformitate.

Coloana 7 – emergie seJ/an – se notează valoarea emergetică a itemului respectiv, rezultată prin înmulțirea cantității brute cu valoarea coeficientului de transformitate.

3.4.5 Analiza și comentarea indicatorilor de performanță

Apriori acestei etape de final în evaluarea emergetică, itemii selectați se împart în 4 categorii tabelare mari :

- flux de resurse regenerabile (R)
- flux de resurse neregenerabile (N)
- fluxuri de import (I)
- fluxuri de export (E)

Pe scurt, se redau mai jos indicatorii de peformanță utilizați în lucrarea de față. Semnificația acestora a fost detaliată corespunzător în ultimul capitol al lucrării.

Randamentul emergetic (emergy yeald ratio) EYR= (U/I) – indicator al gradului de deschidere al sistemului, măsoară abilitatea unui sistem de a genera resurse de energie către export, prin utilizarea resurselor de energie regenerabilă exogene.

** U – cantitatea totală de emergie care susține sistemul teritorial = (R+I)-N

Gradul de încărcare environmentală (environmental loading ratio) ELR = (N+I)/R - compară cantitatea de emergie asociată resurselor neregenerabile de tip flux (N) și de import (I) cu cantitatea de emergie asociată surselor regenerabile exogene (R).

Indicele de sustenabilitate emergetică (emergy sustainability index) ESI = EYR/ELR - acest indicator măsoară gradul de sustenabilitate, precum și gradul de exploatare potențială a resurselor disponibile local.

Densitatea emergetică (emergy density) ESI = U / suprafață - măsoară cantitatea de emergie “investită” pe parcursul unui an pe hectar, unitatea de suprafață de referință.

Emergia per locuitor (emergy per capita) E/K = U / locuitori - este un indicator environmental, care reprezintă bogăția naturală de care se bucură comunitatea care conviețuiește în interiorul sistemului.

3.5 Date și instrumente utilizate în cercetare

Datele utilizate în cercetare aparțin următoarelor categorii:

- **Date în format raster**
- Hărți topografice 1:25.000 aferente bazinului studiat;
- Harta geologică a României 1:200.000 disponibilă pe portalul www.geo-spatial.org;
- Harta geologică 1:100.000 Foaia Sighet;
- Hărți pedologice și hărți pedologice tematice disponibile pe portalul http://esdac.jrc.ec.europa.eu/images/Eu dasm/RO/;
- Imagini satelitare Digital Globe preluate cu ajutorul aplicației Quantum GIS utilizate în digitizarea vectorială a unor elemente de interes (locuințe, căi de acces, modul de folosință a terenurilor etc);
- Modele numerice altitudinale ale terenului EU-DEM, cu rezoluție spațială de 30 m, disponibile de pe portalul www.eea.europa.eu etc;
- Hărți tematice cu componentă geografico-umană relevantă pentru studiul infrastructurii, a presiunii demografice, economiei etc;
- Date raster privind coeficienții utilizați în computarea susceptibilității la eroziune în suprafață a solurilor, cu o rezoluție temporală de referință de 30 minute www.esdac.jrc.ec.europa.eu;
- **Date în format vector**
- Date LandCorine pentru anii 2000, 2006 și 2012 privind modul de folosință al terenurilor, disponibile gratuit pe portalul www.eea.europa.eu și http://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc-2012;
- **Date statistice**
- Baze de date statistice de pe portalul Recensământului General Agricol 2010, Recensământul Populației și Locuințelor 2011;
- Alte date date numerice de pe portaluri județene, naționale sau europene.

După cum s-a menționat anterior, suita de funcții Microsoft Excel a reprezentat un real contributor la structurarea datelor numerice privind fluxurile de energie înspre și dinspre sistemul teritorial. De asemenea, platformele Quantum GIS 2.6.1 / SAGA GIS 2.2.7 / ARC GIS 9.3 au permis extragerea unor informații numerice pentru acele fluxuri a căror *distribuție spațială a fost influențată de particularitățile morfologice și biopedologice ale suprafeței bazinului Marei.* Datele au fost utilizate în completarea modelului tabular. Din punct de vedere spațial, *funcțiile GIS au contribuit esențial la obținerea unor rastere prin intermediul cărora a fost posibilă redarea distribuției spațiale a fluxurilor de emergie provenind din surse regenerabile, neregeneabile, de import sau a resurselor de tip stoc, precum și la cuantificarea cantităților de emergie specifice acestora.*

4. INDIVIDUALITATEA FIZICO – GEOGRAFICĂ A BAZINULUI MAREI – FACTORI DE STRUCTURARE ȘI INTEGRARE SISTEMICĂ

4.1 Retrospectivă privind cercetările geografice asupra bazinulului Marei

Având în vedere natura epistemologică a ansamblului metodologic propus – utilizarea teoriei emergiei într-o abordare sistemică – atenția a fost orientată spre identificarea și extragerea celor mai relevante informații cu caracter descriptiv, cantitativ și calitativ ce pot caracteriza într-un mod pertinent realitatea fizico-geografică a arealului de studiu.

Pentru îndeplinirea acestui deziderat, s-au consultat atât publicații științifice identificate în mediul online, în reviste de specialitate, cât și lucrări valoroase, disponibile la momentul respectiv în bibliotecile universitare de profil și în bibliotecile centrale din cadrul Universității Babeș-Bolyai din Cluj-Napoca și a Universității din București.

În privința regionării arealului de studiu pe criterii hidrologice, s-a optat pentru delimitarea bazinul hidrografic al râului Mara pe cumpăna de ape, ținând cont de avantajele din punct de vedere sistemic ale unei astfel de abordări, foarte bine evidențiate în studiul lui Vogel (2012). Pentru identificarea principalilor componenți sistemici, precum și pentru identificarea rolului lor în definirea stării acestuia, s-a demarat un studiu bibliografic amănunțit a celor două mari componente – fizică și antropică. Astfel, pentru cunoașterea structurii complexe din punct de vedere geologic a arealului de studiu, au fost consultate lucrări de specialitate sau lucrări cu caracter geografic ce încorporează informații pertinente din punct de vedere geologic.

În perioada anilor '50-70 a secolului trecut, s-au efectuat foarte multe studii și prospecțiuni cu caracter geologic, în special în zonele Maramureșului unde miza economică era mai ridicată - Munții Gutâi, Masivul Toroiaga - ale căror observații conduc înspre cunoașterea detaliată a cadrului structural și a evoluției geo-tectonice a zonei.

De o dată mai recentă și, inevitabil, sintetizând munca antecesorilor, Jude (1986) și Crahmaliuc (1999) concep studii structural-metalogenetice ale magmatitelor neogene din Munții Gutâi. De interes pentru această cercetare a fost sintetizarea datelor de teren în informații cu privire la evoluția geo-tectonică a zonei, precum și diferențierea petrografică a rocilor vulcanice.

Pe baza relaţiilor stabilite între formațiunile sedimentare și eruptive, în acord și cu particularitățile petrografice ale rocilor vulcanice, cu deosebiri nesemnificative între autori, se avansează scheme de etapizare a proceselor vulcanice în 3 etape – badeniană, sarmațiană, ponțian-meoțiană, fiecare cu mai multe secvenţe distincte de eruptiv (Cioflică, 1956, , Giuşcă 1973, Rădulescu, 1958). Asemenea observații au fost confirmate și generalizate în ansamblul zonei vulcanice Oaș-Gutâi prin numeroase lucrări efectuate în acest interval de timp (Borcoş et al., 1972a, b, Dumitrescu et al., 1968, Manilici et al., 1965, Socolescu, 1961). Ansamblul acestor date au fost corelate și reprezentate într-o primă ediţie a hărţii geologice la scara 1:1.000.000, tipărită de Comitetul de Stat al Geologiei în anul 1961.

Au urmat programe complexe de cercetare iniţiate de Institutul Geologic Român în perioada 1968-1975, care avea în vedere realizarea hărţilor geologice 1:50.000. Studiile petrografice și prelucrarea datelor petrochimice efectuate pe asociațiile de roci, repartizate pe faze de erupții, evidențiază apartenența acestora la două tipuri de lavă – andezitică și riolitică

– cu un grad avansat de omogenitate și care includ varietățile mineralogice determinate (andezit de Mara, Săpânța, andezitele cuarțifere de Gutâi etc.).

Valorificarea economică a resurselor mineralogice nemetalifere a fost abordată la o dată mai recentă tot de către Jude (2006), unde au putut fi identificate informații pertinente cu privire la orizonturile de roci în depozitele sedimentare din sectorul depresionar.

Orizonturile tufului vulcanic de Dej, prezente inclusiv în secvența stratigrafică a anticlinalului de la Ocna Șugatag, denumit în continuare tuful de Bârsana – Ocna Șugatag, au fost studiate în detaliu în principal în lucrarea lui Fulöp (2001), putând să extragem de aici informații cu caracter calitativ privind acest tip de depozite.

Strâns legate de existența depozitelor de tufuri sunt depozitele salifere badeniene din Depresiunea Maramureșului. Avînd implicații profunde atât la nivel geologic și geomorfologic, cât mai ales socio-economic, din lucrările lui Jude (2006), Iorgulescu (Iorgulescu et al., 1962), Atudorei (1971), Irimuş (1998), s-au putut extrage informații atât de natură cantitativă cât și calitativă.

Depozitele pienidice, de flish și molasă, precum și întreaga stratigrafie sedimentară din Depresiunea Maramureșului, cu accent pe vestul depresiunii, au fost tratate în detaliu în lucrările lui Săndulescu (Săndulescu et al., 1981) și Aroldi (2000).

Din punct de vedere geomorfologic, se disting studiile întreprinse la nivelul întregii depresiuni a Maramureșului de către Stan (1987) sau, la o scară mai redusă, exclusiv pe arealele montane ale munților Igniș și Gutâi, lucrările lui Hodor (2001, 2003) și cele referitoare la arealele piemontane Gutâi și Văratec (Hodor, 1991), ce descriu detaliat, raportat la scara de analiză, evoluția paleogeografică, morfologia și morfometria acestora.

Cu caracter strict hidrologic, se impun lucrările lui Haidu (1991, 1993), Pandi (1997), ce conțin informații valoroase cu privire la geneza și evoluția rețelei de văi din cadrul bazinului Marei și includ surse importante de date cu caracter hidrologic.

În relaţie directă sau indirectă cu teritoriul bazinului morfohidrografic al Marei, suportul fizico-geografic al zonei a fost studiat prin prisma influențelor acestuia asupra evoluției socio-economice în cadrul unor lucrări științifice din sfera geografiei regionale. La scara regiunilor de tip "țară", la mijlocul anilor 2000, cercetările s-au concentrat asupra aspectelor funcționale ale teritoriilor vizate – Maramureș, Oaș, Lăpuș (Ilieș, 2006, Dezsi, 2006, Ilieș, 2007). Aspecte privind ameliorarea efectelor caracterului de periferie asupra întregii regiuni a Maramureșului (fostul voievodat) au fost analizate în lucrări axate pe caracteristicile funcționale în regiunile transfrontaliere (Boar, 2005). O atenție deosebită a fost acordată organizării spațiului geografic în Depresiunea Maramureșului (Popa-Bota, 2003) care, alături de lucrări precum "Teoria sistemelor de așezări umane" (Ianoș et al., 2002) își aduc aportul pentru o clarificare realistă a principalelor componente operaționale și structurale ale spațiului antropizat din cadrul arealului de studiu.

4.2 Așezarea geografică

În cadrul sistemelor teritoriale, delimitarea spațiului supus analizei, în raport cu sistemele învecinate, reprezintă o procedură greoaie deoarece, indiferent cum anume se pornește în stabilirea criteriilor de definire a sistemului, introducerea unor limite convenționale, de demarcare riguroasă a spațiilor de interferență între două sisteme este aproape imposibilă. Sarcina devine cu atât mai dificilă atunci când ne referim la un spațiu

variat din punct de vedere morfologic, eminamente rural, fără o suprastructură urbană care să-i imprime un caracter unitar și convergent.

Ne ajută totuși morfologia bazinului Marei, cu ale sale trepte morfologice dispuse în formă de amfiteatru, orientate înspre spațiul depresionar de convergență a fluxurilor naturale către debușeul de la vărsarea Marei în colectorul Iza. Delimitarea sistemului teritorial este înlesnită tocmai de decizia de a regiona spațiul pe criteriul morfohidrografic. *Bazinele hidrografice reprezintă unele din puținele forme primare de organizare cu o structură coerentă, funcțională, inteligibilă și manageriabilă, care oferă posibilitatea impunerii unor limite convenționale clare.*

Bazinul Marei, ce acoperă o suprafață de peste **41.000 hectare**, este un bazin hidrografic de ordinul al III-lea, de dimensiune mică spre mijlocie, tributar principalului curs maramureșean din stânga Tisei – râul Iza. Prezența elementelor de asimetrie în comparație cu restul spațiului maramureșean, reflectate prin intermediul structurilor de relief cu o prezență marcantă în teritoriu, a tipologiei așezărilor, a distincțiilor economico-sociale, întăresc argumentul pentru o regionare pe criteriile mai sus menționate.

Pornind din zona de obârșie a Marei, zonă tectono-structurală de forma unei caldere de prăbușire tipice, bazinul se delimitează în partea de nord-vest de omologul său, bazinul Săpânței, printr-un interfluviu marcat în zona Pleșca Mare de proeminențe și înșeuări largi. Cumpăna se reorientează brusc înspre sud-est pe buza platoului de lave flancat de o discontinuitate petrografică puternică sub forma unui abrupt vulcanic de cca. 200 metri. Limita de bazin urmează descendent, până la zona de debușare, limita unui interfluviu larg, creat în lungul cuverturii piemontane de pâraie permanente ce curg perpendicular pe curbele de nivel, marcând astfel intrarea în sectorul de depresionar de acumulare. În acest sector, flanchează la nord subbazinul Șugăului, dezvoltat exclusiv pe treapta de piemont.

Terasele superioare ale Izei conturează trecerea dinspre zona de vărsare înspre sectorul piemontului Văratecului, trecând peste structura monoclinală cu aspect de dealuri – culmea Călineștiului. Interfluviul deluros, împreună cu culmea piemontană, delimitează bazinul față de colectorul Iza pe toată rama estică pe următorul alineament: vârful lui Coman (495 m) – vârful Pietrii (1111 m) – vârful Sermetieș (1306 m).

Bazinul râului Lăpuș și subbazinul Cavnicului mărginesc în extremitatea sudică bazinul Marei. Limitele se impun pe interfluviul Văratecului, continuând cu culmea Gutâiului, ce au altitudini de 1.300 – 1.400 m, marcând totodată potențialul maxim de elevație. Cu o desfășurare spațială mare este și limita cu subbazinul Săsarului, afluent al râului Lăpuș, din sud-vest înspre vest și nord-vest, pe aceeași succesiune de interfluvii și înșeuări largi, tipică platoului vulcanic Igniș, urmând alineamentul vârful Secătura (1391 m) – pasul Gutâi (987 m) – vârful Iezurile (1091 m) – vârful Pietricica (1171 m) – vârful Brezele (1253 m) – Pleșca Mare (1292 m).

4.3 Trăsături definitorii ale substratului geologo-geomorfologic

4.3.1 Considerații cu privire la evoluția paleogeografică

Studiile geologice și geomorfologice cu privire la Depresiunea Colinară a Transilvaniei (Ciupagea et al., 1970, Sândulescu et al., 1981) precum și cele consacrate exclusiv bazinului

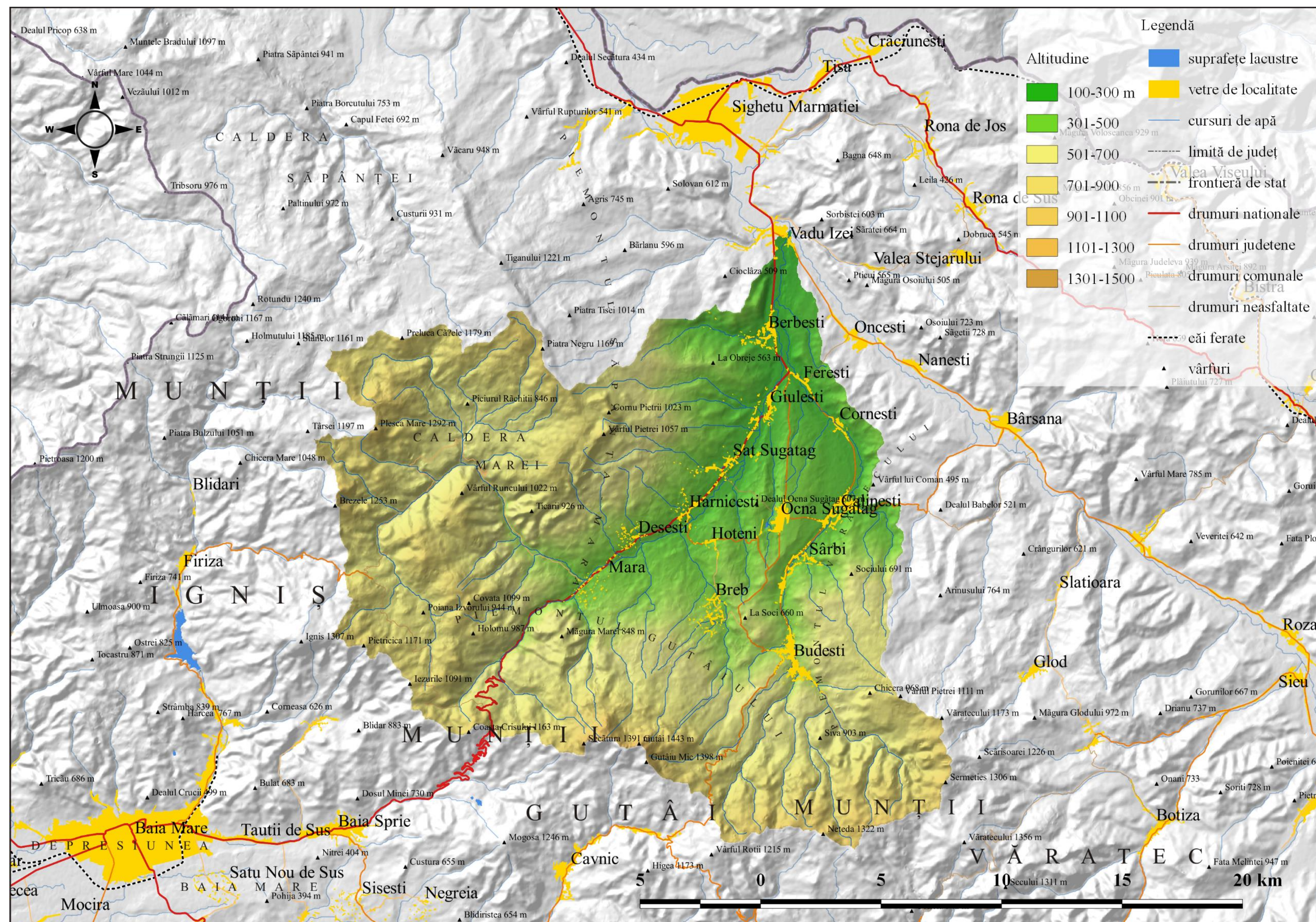


Figura 3. Așezarea geografică a bazinului Marei

Marei și lanțului neogen nordic (Rădulescu, 1958, Giușcă et al., 1973, Ianovici et al., 1976, Edelstein, 1980, Kovacs, 1995, 2002, Fulöp, 2012, Jurje, 2012), oferă posibilitatea reconstituirii paleogeografice a evenimentelor geologice complexe ce au marcat și influențat actuala înfățișare a reliefului.

Relieful actual se sprijină pe un fundament primar constituit din formațiuni metamorfice de vârstă precambriană. Mișcările eustatice, precum și activitatea tectonică etapizată din zona de contact au presupus acumulări ulterioare constituite din flish-uri carpatice – gresii și argile marnoase eocene – dispuse în pânze de șariaj. O dată cu debutul activității vulcanice neogene „subsecvent tardive" (Ianovici et al., 1976), se evidențiază depunerile de tufuri vulcanice, precum și individualizarea corpurilor vulcanice și subvulcanice. Caracterul de lagună al bazinului maramureșean, în relație cu bazinul Transilvaniei, a condus la desfășurarea proceselor de sedimentare concomitent cu activitatea vulcanică.

Procesele vulcanice tipice zonelor de subducție (marginea plăcilor Tisa și Alcapa în contact cu platforma est-europeană) au condus la formarea corpului neogen al munților Gutâi și Igniș, ce imprimă caracterul specific de baraj vulcanic arealului de studiu. Conform cercetărilor, lavele au avut inițial un caracter acid, iar ulterior, intermediar spre bazic, dispuse sub formă de curgeri efuzive în Munții Igniș sau înglobate ca structuri cu caracter explosiv spre intruziv în Munții Gutâi -Văratec.

Intervalul geocronologic al neogenului este deosebit de important pentru evoluția cadrului natural, precum și pentru explicarea imprimării unor caracteristici socio-economice în perioada istorică apropiată nouă. Sedimentarea mediului lacustru s-a concretizat în etajul Badenian – Sarmațian (12 – 9 milioane de ani) prin depuneri transgresive. În condiții de climat arid, evaporitele de genul sării au o largă răspândire în întreg bazinul maramureșean, inclusiv în bazinul Marei. Diapirismul declanșat de mișcări neotectonice cuaternare a cauzat inversiuni petrografice. La Ocna Șugatag sarea a străpuns stratele din cupola anticlinalului până aproape de suprafață, fiind accesibilă în vederea exploatării încă din antichitate.

Colmatarea lagunei maramureșene s-a finalizat spre sfârșitul epocii miocene, când a avut loc ridicarea blocului panonic, cu repercusiuni directe asupra bazinului maramureșean. În pliocen, prin adaptarea cursurilor de apă la aliniamentele impuse de sistemele de falii și fracturi din interiorul bazinului maramureșean, s-a individualizat rețeaua hidrografică (după Jurje, 2012, Toma, 2012, Paleobot- raport final. Modelarea evoluției paleoclimatului în aria carpatică pe baza studiului florelor cenofitice din România, 2007).

Adâncirea văilor, precum și depunerile ulterioare deluviale, într-un context climatic cu temperaturi tot mai scăzute, au accentuat caracterul piemonturilor actuale ale Marei și Gutâiului, fragmentate ușor de unele pâraie cu orientare longitudinală. Configurația sectoarelor inferioare de vale este rezultatul evoluției văilor derulată pe parcursul holocenului când au fost modelate actualele terase și lunci ale Marei și Cosăului.

4.3.2 Alcătuirea geologică

Relieful are drept premisă de substrat componentele geologice ale unei duble zonări petrografice neogene. Sintetizând, intervalul Neogen - Cuaternar este de maximă importanță pentru configurația actuală a reliefului. Acestuia îi corespunde în plan secundar intervalul cuprins în a doua jumătate a paleogenului, pe al cărui fundament de vârstă eocen-oligocenă s-

au depus lavele și secvența stratigrafică miocen-pliocenă, pe care s-au format, prin denudare, variatele subunități de relief. Ca forme de relief rezultate pe structuri de gresii eocene, menționăm piemontul de eroziune Măgura Marei, situat la contactul cu masivul Gutâi, flancând la vest Piemontul Gutâiului.

Relieful actual este compus dintr-o bordură montană formată din vulcanite andezito-bazaltoide (clivajul pronunțat fiind evidențiat în zonele de aflorare sau exploatare în carieră) sub forma unui platou vulcanic în sectorul superior vestic. În caldera de prăbușire a Marei își are obârșia principalul colector – râul Mara. Râul, penetrând adânc eruptivul pe un alineament de falii, și-a creat un sector de defileu.

Omogenitatea petrografică a platoului este întreruptă de prezența corpului subvulcanic Pleșca Mare, format din lave dacitice "de Dănești", ce se impune în relief ca structură de divergență pentru trei bazine hidrografice. Trecerea înspre sectorul depresionar în acest caz se face prin intermediul unui abrupt vulcanic de cca. 200 de metri, aflat la marginea platoului de lavă, secondat în zona de tranziție dinspre interiorul bazinului de blocuri eratice de dimensiuni mari.

Comparativ cu sectorul vestic al platoului, puternic fragmentat, sectorul estic se află în umbră de precipitații și este bine conservat sub aspect structural. La sud se impune pitorescul masiv de altitudine medie al Gutâiului (vârful Gutâi, 1443 m), compus din roci andezito-dacitice, reprezentând unitatea de altitudine maximă, conectat cu sectorul andezitic subvulcanic al Munților Văratec aflați la sud și sud-est.

În sectorul depresionar, ca formă de racord intermediară, se impune în relief structura piemontană Măgura Marei, de fapt un piemont fosil, cu o altitudine de 848 de metri, grad de fragmentare și pante accentuate. Format din roci de vîrsta eocenă, este practic cea mai veche structură geologică a bazinului Marei și face parte, prin extrapolare la scara întregii depresiuni a Maramureșului, din formațiunea gresiilor dure de Strâmtura. Iviri ale faciesului eocen apar și pe linia discontinuității petrografice în zona de racord a catenei montane cu piemonturile de la baza lor. Acestea se evidențiază pe hărțile geologice sub formă de lentile înguste, în profil longitudinal, la baza ramei montane, pe alineamentul vest-est și orientare longitudinală nord-sud. Sub forma unui bloc unitar și distinct, formațiunile eocene reprezintă de asemenea și faciesul din baza fostei lagune maramureșene.

Tranziția spre unitatea depresionară din centrul și nord-estul bazinului se face prin intermediul piemonturilor Marei și Gutâi-Văratec, forme de relief de acumulare, bine individualizate și fragmentate superficial. Depozitele de gresii și marne de vârstă badeniană se evidențiază pe o fâșie continuă în flancul drept al văii Marei, între localitățile Desești și Vadu Izei, iar în profil, au aspect de monoclin cu înclinație general vestică. Sedimentarului depresionar de bază îi urmează o succesiune de roci de vârstă sarmațiană, acoperite aproape în întregime de cuvertura cuaternară deluvială cu blocuri andezitice. Strate geologice de aceeași vârstă, dar cu înclinare opusă se observă și în dealurile Călineștiului, sector cu un puternic aspect de cuestă, al cărei front este subminat prin eroziune laterală de afluentul Marei, râul Cosău, care are în acest sector caracter subsecvent. Rocile sunt scoase la zi prin eroziune fluviatilă, inclusiv în sectorul de amonte unde Cosăul, asemeni Marei, în baza unei energii de relief pronunțate, a penetrat adânc sedimentarul badenian.

Cuvertura sedimentară neogenă se evidențiază printr-un alt reper stratigrafic, și anume prezența tufurilor vulcanice și a evaporitelor (sarea gemă), într-o formă de relief atipică pentru întregul bazin. Anticlinalul Ocna Șugatag, dom diapiric de forma unui paralelogram,

se prezintă ca formă de relief discordantă. Valea transversală a Breboaiei, pe direcția sud-est – nord-vest, ce flanchează unitatea la sud, individualizează întregul anticlinal.

Inexistența discontinuităților morfologice majore în calea fluxului hidrologic, au favorizat edificarea unei rețele hidrologice ai cărei vectori principali sunt râurile Mara și Cosău. Anticlinalul Ocna Șugatag, judecând după depunerile aluvial-proluviale holocene din jumătatea de nord-est, a influențat orientarea drenajului Cosăului, diapirismul cauzând migrarea cursului înspre nord-est până la contactul cu sedimentarul sarmațian. Treptele de terasă fluvială, extinse pe mai bine de jumătate din suprafața anticlinalului datorită compresiunii diapirice prin mișcări neotectonice din pleistocen încoace, cursul Cosăului a fost deviat spre dreapta, astfel încât acesta și-a creat o mică depresiune subsecventă. Depozitele de sare se sprijină pe un fundament eocen compus din gresii dure. De mare interes sunt klipele de depozite aluvial-proluviale observabile în jurul pâlniilor de sufoziune ale ochiurilor de apă sărată, ce vin să ateste afirmația privind migrația văii înspre nord-est.

În sectorul de depresiune, paralelismul celor două văi, între localitățile Desești – Ferești, pentru râul Mara și Sârbi – Călinești pentru afluentul Cosău, trădează grefarea rețelei hidrografice primare pe linii de falii. Forma de paralelogram elongat (Dixon, 1975) a anticlinalului poate semnala existența unor gradienți de presiune cu intensitate ridicată pe direcția nord-est.

4.3.3 Tipuri genetice de relief

Caracterul eterogen al substratului geologic este pus în evidență prin coexistența structurilor de vârste diferite într-un mozaic structural genetic de mare diversitate. Ținând cont de relativa “tinerețe” a teritoriului bazinului Marei, problema diferențierii trăsăturilor reliefului trebuie să aibă în vedere o analiză distinctă, pe unități de relief cu un anumit grad de omogenitate. Astfel, în peisajul actual distingem următoarele tipuri genetice de relief:

- **Relieful structural**

Exponentul acestei tipologii este fără îndoială sectorul de platou vulcanic a ceea ce numim generic Munții Igniș. Deși, în general, relieful vulcanic nu are o durată de viață lungă în termeni geologici, erupțiile târzii, ce s-au întins până în debutul cuaternarului, coroborate cu condițiile hidro-climatice, au făcut ca acest sector să nu fie supus unei proces denudațional de amploare, astfel încât pot fi distinse repere structurale clare.

Platoul este rezultatul răcirii lavelor bazice, sărace în silice și cu viteză de scurgere mare, al căror debut eruptiv s-a înregistrat în Badenian și a continuat în alte două etape geocronologice importante – Sarmațian și Panonian, fiecare cu mai multe secvențe distincte de erupții. Structura actuală a pânzelor de eruptiv a fost determinată de forma în care stratele de sedimentar din bază sunt așezate. Astfel, în relație directă cu arealul de studiu, distingem o *suprafață structurală aproape tabulară*, omogenă, formată din roci andezito-bazaltoide, mărginită pe flancuri de abrupturi rezultate prin solidificarea frunții pânzei de eruptiv.

Fruntea eruptivului la contactul cu Piemontul Marei este bine conservată în ansamblul ei, spre deosebire de sectorul oșenesc, unde fragmentarea fluviatilă datorată unei cantități de precipitații superioare a fost atît de puternică încât abruptul a dispărut cu desăvârșire, dând naștere unui relief petrografic dominat de măguri subvulcanice și de văile adânci ale pâraielor Turului.

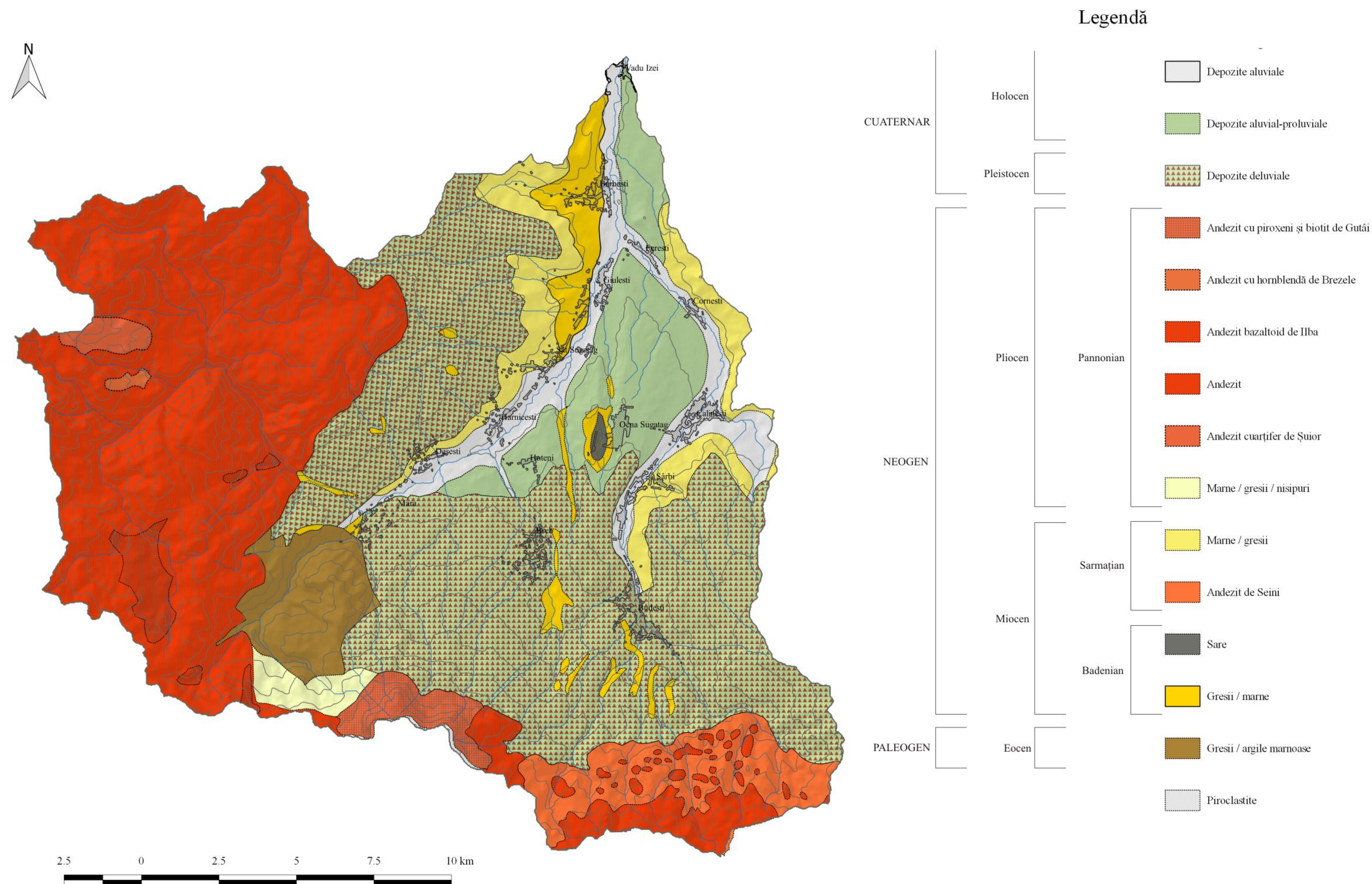


Figura 4. Principalele formațiuni gelogice în bazinul Marei (preluare după Harta Geologică scara 1:200.000 a R.P.R, Harta Geologică a R.P.R scara 1 :100.000 foaia Sighet)

Aspectul inițial de scut al platoului, pe fondul mişcărilor tectonice, s-a distorsionat în timp, acesta prăbușindu-se pe aliniamentul unei falii profunde, dând naștere unei caldere de prăbușire tipice. Fragmentarea a fost accentuată de suprapunerea rețelei hidrografice de tip barancos desfăşurată pe aliniamentele cu frecvență mare a fisurării, formând pante în trepte. În anumite sectoare, pe văile cele mai mari (valea Runcului de exemplu) există porțiuni ce au aspect de chei sau defilee.

Relieful structural vulcanic este reprezentat și prin Masivul Gutâi, practic parte din baza aparatului vulcanic distrus în urma unei eroziuni subaeriene accentuate, unde se distinge cel puțin o treaptă structurală. Acesta se susbtituie culmii Gutâiului, sub forma unui interfluviu larg cu aspectul plat al unei suprafețe de nivelare.

În bazinul Marei, relieful structural este reprezentativ și pentru sectorul depresionar, prin intermediul structurilor monoclinale. Din punctul nostru de vedere, este reprezentat foarte bine în bazinul inferior al Cosăului, acolo unde depozitele sarmațiene au o înclinare generală înspre sud-est. Capetele de strat în dealurile Călineștiului impun în general pante accentuate. Alcătuirea geologică eterogenă din gresii, marne și argile, au favorizat procesele de șiroire și alunecări. Microformele de relief cu caracter inedit, de tipul pământurilor rele din zona Corneștiului, cel mai probabil alunecări de teren de tip glimee (Popa-Bota, 2003), susțin această presupunere.

De asemenea, anticlinalul Ocna Șugatag, prin înfățișarea sa geometrică în formă de paralelogram, se înscrie în tiparele reprezentative ale reliefului structural, în special prin formele de relief instalate pe acesta. De referință este butoniera ce secționează axul anticlinalului pe direcția sud-nord, rezultată prin adâncirea ogașelor și ravenelor de obârșie în sedimentarul badenian. Butoniera și-a lărgit depresiunea, intersectând masivul de sare și debușează printr-o vale cu versanți abrupți în râul Mara. Versanții din centrul butonierei au aspect de cueste dispuse față în față, procesele de alunecare și șiroire fiind intense. În cadrul depresiunii, formațiunile vulcanogen-sedimentare (tufurile vulcanice) sunt vizibile la zi pe versanții din flancul stâng.

- **Relieful petrografic**

În strânsă legătură cu relieful structural, facem distincția între acestea prin gradul de dominare a rezistenței rocilor la acțiunea distructivă a factorilor exogeni. Totodată, impunerea reliefului petrografic survine pe măsura maturității structurilor în cauză, fiind un corolar al stadiului de evoluție actual, însă adeseori se confundă cu relieful structural, deosebirea între acestea fiind complicată și subiectivă. În funcție de substratul petrografic modelat distingem următoarele tipuri:

- *Relieful dezvoltat pe roci vulcanice*

Masivul Gutâiului și sectorul Văratecului, ale căror erupții cu lave neutre spre acide au avut un caracter exploziv, prin aspectul ruiniform, se încadrează în această categorie. Duritatea diferențiată a rocilor supuse eroziunii subaeriene au păstrat forme de relief relicte, subvulcanice, de tipul martorilor de eroziune. Diyk-urile, neck-urile sau vârfurile de tip cupolă, flancate de văi adânci sunt exponenți ai reliefului petrografic în zona montană a bazinului Marei. *Diyk-urile și neck-urile, fiind corpuri subvulcanice care de regulă apar undeva la baza aparatelor vulcanice, scot în evidență adevărate inversiuni de relief și subliniază gradul accentuat de scheletizare al reliefului din această zonă*.

- *Relieful dezvoltat pe gresii, marne și argile*

Complexul litologic depresionar cu alternanță stratigrafică la suprafață înscriu în relief structuri cu trăsăruri litologice distincte. Astfel, un rol hotărâtor din punct de vedere litologic îl au depozitele de gresii dure eocene (de Strâmtura) ce formează o structură de relief aparte în sud-vestul bazinului, sub forma unei măguri de peste 800 metri altitudine. Dispunerea stratelor urmează o structură tabulară, pe care o putem considera ca o treaptă de interferență între vulcanite și piemont. Măgura este fragmentată radiar prin torențialitate. Versanții au un profil concav, larg ondulat, iar văile un profil convex îngust. Treimea dinspre bază, în special pe flancul drept, are o înclinare aproape verticală, datorată unei puternice eroziuni laterale a pârâului Valea Hopșii.

Conform hărților geologice, la sud de piemontul de eroziune Măgura Marei se deosebește o klippă panoniană compusă din marne, nisipuri și gresii. Depozitele pot sugera vechiul nivel de bază peste care s-a revărsat eruptivul.

- **Relieful sculptural**

- *Relieful piemontan*

Prin ruinificarea aparatelor vulcanice s-au acumulat formațiuni vulcanogen-sedimentare cu o largă răspândire la periferia zonei vulcanice. Sectoarele de piemont din interiorul bazinului Marei, după vârstă și litologie, intră în categoria piemonturilor formate prin procese de alterare, dezagregare și transport a deluviilor la baza unor corpuri vulcanice, preponderent în etapa cuaternară. Extensiunea păturii deluviale cu blocuri andezitice a fost influențată de relieful monoclinal inițial. Se presupune că acumulările au avut loc într-un mediu preponderent submarin. Fiind piemonturi funcționale, gradul lor de fragmentare este superficial. Pe alocuri, rețeaua de pâraie a tăiat adânc stratul de depozite deluviale, în special în zona de contact cu rama montană, intersectând vechile interfluvii fosilizate ale sedimentarului din bază. Astfel de pâraie, cum sunt Răchițele, Breboaia în Piemontul Gutâiului sau Oanța în Piemontul Văratec și-au creat micro-depresiuni prin atingerea chiar a vechilor interfluvii eocene. Văile pâraielor sunt afectate în aceste areale și de alunecări superficiale de teren. Având în vedere caracterul liniar al eroziunii, putem concluziona că aceste sectoare capătă valențe de văi supraimpuse.

- **Relieful fluviatil**

Apa, cel mai semnificativ agent modelator extern a generat un sistem de văi relativ nou, de vârstă cuaternară. Deși conturată la finele pliocenului, acesta s-a supus în mare parte comenzii neotectonice, actualmente penetrând eruptivul neogen pe linii de falie în platoul Igniș sau tăind sedimentarul depresionar maramureșean dinspre stratele mai noi spre cele mai vechi. În sectorul depresionar, energia de relief redusă a favorizat etape de acumulare a sedimentelor și formarea unor terase fluviatile. Pe întreg cuprinsul bazinului se observă un paralelism al văilor, atât în ceea ce privește paralelismul impus tectonic vectorilor principali, râurile Mara și Cosău, cât și afluenților acestora, în special în sectorul piemontan, unde influența principală este exercitată de caracteristicile morfometrice, dar mai ales de structură.

Terasele se înscriu în relief doar în sectoarele inferioare ale ambelor cursuri principale, cu lățimi variabile și un caracter preponderent monolateral, în funcție de constrângerile petrografice și de tectonică. Pe cursul Marei cel puțin, fiind o formă de racord intermediară între treapta de piemont și albie, se pot confunda cu glacisurile, mai ales datorită practicilor de agroterasare. Suprafețe de terase fluviale în formă compactă se dispun în special în

jumătatea de nord-est, delimitate de izohipsa de 400 de metri a anticlinalului Ocna Șugatag. Aceste terase cu pantă redusă s-au format în depozite holocene aluviale și pe materialele proluviale degajate prin torențialitate. Sunt mai evidente cele de pe flancul stâng al râului Cosău. O succesiune completă de trepte de terasă pe același tip de depozite (terase de confluență) apare în zona de confluență a râului Mara cu Iza, limita de bazin între cele două râuri făcându-se cu dificultate.

Sectoarele de albie majoră se disting după natura depozitelor aluviale. Pe râul Mara, acestea devin o constantă în aval de Desești, în special pe flancul drept și cu o evazare ușoară înspre punctul de confluență cu Cosăul la Ferești. În acest sector, râul Mara înregistrează și cel mai pronunțat coeficient de sinuozitate. Extensiunea maximă a lățimii albiei este cuprinsă în dreptul localităților Sat Şugatag și Mănăstirea, de ambele laturi ale cursului. În lungul Cosăului, treptele albiei majore se evidențiază în aval de localitatea Sârbi, cu o evazare în dreptul localității Călinești și desfășurare pe latura stângă, prin acumulările succesive de pietrișuri și bolovănișuri aduse de pâraiele ce drenează versantul de nord al piemontului Văratecului. În rest, până în punctul de confluență, albia majoră se desfășoară pe flancul drept, apărând ca o continuare firească, fără praguri petrografice a sectorului de terasă. În albia minoră, pe anumite sectoare, râurile, în special Cosăul, au atins patul albiei.

4.3.4 Trepte și subunități de relief

În funcţie de particularităţile genetice, evolutive şi morfografice, subliniate mai sus, pot fi diferenţiate următoarele trepte de relief (fig. 4):

Treapta munților scunzi - reprezentată prin aliniamentul vulcanic Igniș – Gutâi–Văratec, se impun în relief ca principalul reper structural al bazinului Marei. Munții Igniș, bloc geologic relativ omogen, format din vulcanite andezito-bazaltoide, are aspect de platou vulcanic în sectorul superior vestic. În caldeira de prăbușire a Marei își are obârșia principalul colector – râul Mara. Râul, penetrând adânc eruptivul, și-a creat un sector de defileu. Trecerea înspre sectorul depresionar în acest caz se face prin intermediul unui abrupt vulcanic de circa 200 metri, aflat la marginea platoului de lavă, secondat în zona de tranziție de blocuri eratice de dimensiuni mari, rezultate în urma proceselor periglaciare și gravitaționale. La sud, se impune pitorescul masiv de altitudine medie al Gutâiului, compus din roci andezito-dacitice, reprezentând unitatea cu cea mai mare altitudine, conectat cu sectorul andezitic intruziv al Munților Văratec aflaţi la sud și sud-est.

Treapta piemontană - tranziţia spre unitatea depresionară din centrul și nord-estul bazinului se face prin intermediul piemonturilor Săpânța-Mara și Gutâi-Văratec, forme de relief de acumulare, bine individualizate. Sedimentarul depresionar de bază, de vârstă badeniană, prezintă o structura stratigrafică generală de tip monoclinal cu înclinație preponderent estică, evidențiată la zi în special în sectorul de vale al Cosăului, în dreptul localităților Cornești și Călinești, unde valea Cosăului are un puternic caracter subsecvent. Cuvertura sedimentară se evidențiază printr-un alt reper stratigrafic, și anume prezența tufurilor vulcanice și a evaporitelor (sarea gemă), într-o formă de relief atipică pentru întregul bazin. Anticlinalul Ocna Șugatag, dom diapiric de forma unui paralelogram, se prezintă ca subunitate de relief discordantă. Topografia de ansamblu se pretează practicării agriculturii, terenurile fiind concentrate cu preponderență în luncile și pe versanții cu pante reduse.Treapta depresionară se individualizează în sectoarele de lărgire dezvoltate pe cursurile inferioare ale

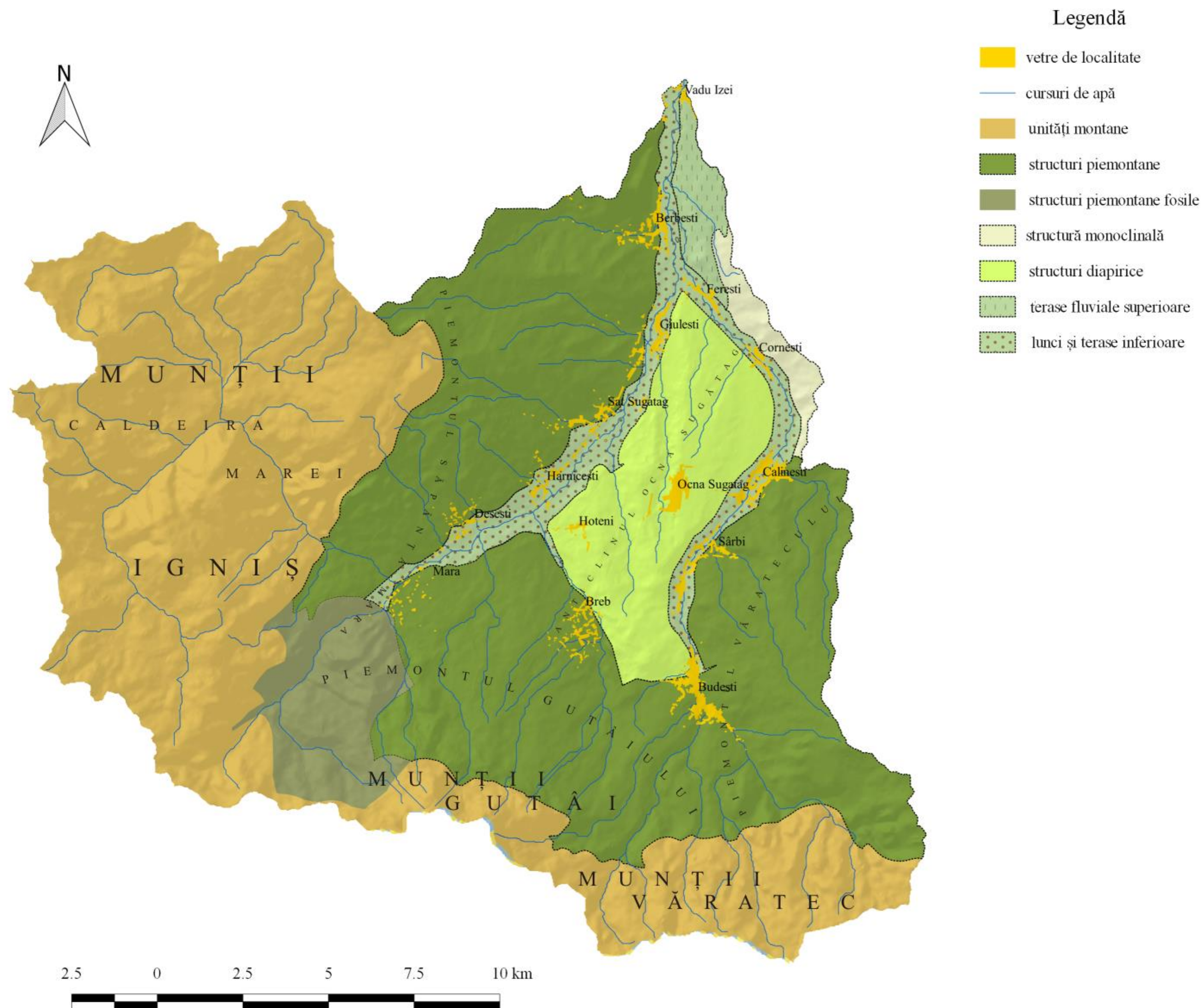


Figura 4. Tipologia reliefului și unitățile taxonomice

Marei şi Cosăului şi se prezintă sub forma unor mici bazinete locale (de exemplu Mara, Deseşti, Sat Şugătag) a căror extensiune creşte considerabil în aval de Fereşti spre Vadu Izei.

4.3.5 Aspecte de geomorfometrie

Analiza descriptivă a elementelor substratului trebuie completată cu o abordare cantitativă a suprafeței pentru înțelegerea principalelor caracteristici morfometrice și a efectelor induse de acestea asupra ansamblului teritorial. Altitudinea este principala variabilă cantitativă a suprafeței topografice și pornind de la aceasta platformele SIG permit derivarea unor parametri morfometrici importanți pentru înțelegerea modului de configurare și, la un nivel mai înalt, de comportament a suprafeței la stimuli externi. *Configurația suprafeței terestre deține un rol de prim ordin în orientarea fluxurilor de masă și energie, atât a celor naturale cât și a celor de factură antropică.* Procesele naturale sunt dirijate de structura, litologia și topografia formelor de relief care pe parcurs le modifică geometria (morfometria). Evident că alterarea formelor atrage după sine modificări în ceea ce priveşte natura şi intensitatea proceselor de tranfer. Practic între cele două laturi există o permanentă ajustare reciprocă. Fluxurile de masă și energie transportă apă, sedimente, aer și căldură între diferite obiecte din spațiul geografic (Hofierka et al., 2009). Acestea, raportat la configurația reliefului, pot determina și distribuția spațială a fluxurilor antropice, concentrându-le în anumite areale, dispersându-le în altele. De aceea, studiul proprietăților cantitative ale reliefului devine o prioritate în situația în care vizăm analiza sistemelor teritoriale. Există o multitudine de derivate ale altitudinii. În cele ce urmează, prezentăm o serie de rezultate obținute prin manipularea modelului digital al terenului elaborat pentru bazinul Marei.

- *Geodeclivitatea*

Unul din cele mai importante derivate ale altitudinii, panta, face parte din aproape orice tip de modelare a terenurilor sau modele de predicție a eroziunii.

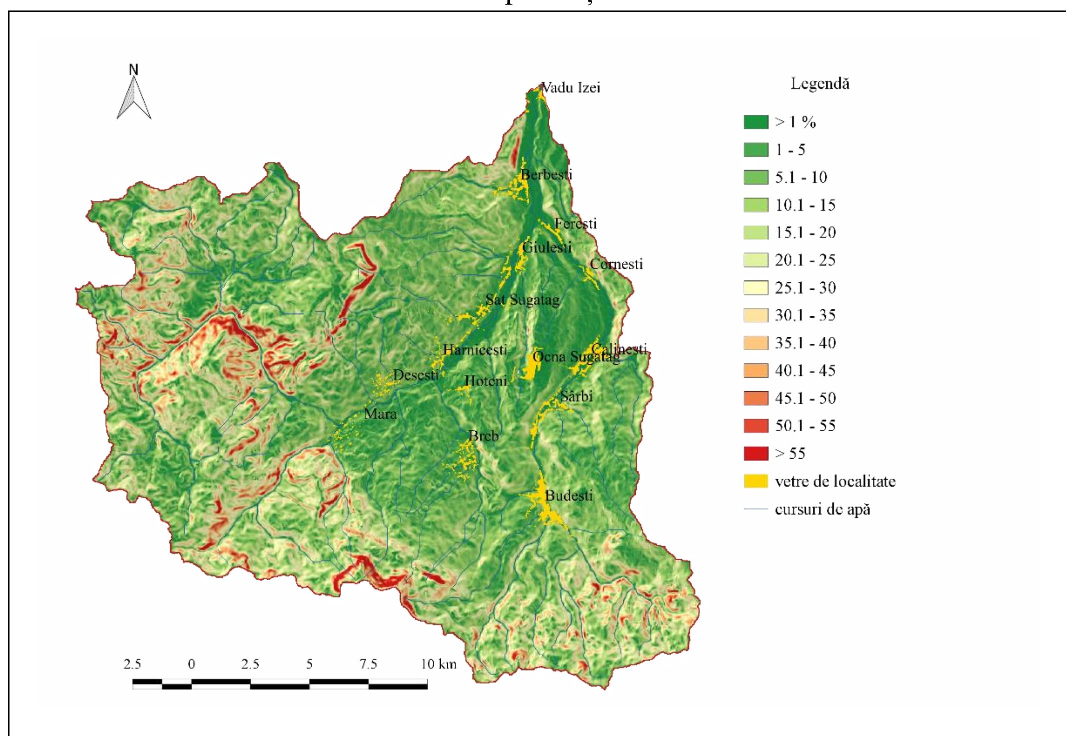


Figura 5. Harta pantelor din bazinul Marei

În bazinul Marei se pot distinge mai multe clase de geodeclivitate, de la aproape 0 la peste 60%. Variația accentuată a pantelor de la un loc la altul pe suprafața bazinului se remarcă doar în zonele de contact litologic brusc, cum este cazul interfaței de contact dintre abruptul vulcanic și sedimentarul din bază, unde pantele înregistrează valori maxime. Degradarea abruptului este semnalată de coluviile acumulate la bază. De asemenea, gradul de fragmentare al calderei de prăbușire din același areal, pe un aliniament de falii, precum și adâncirea puternică a râului prin eroziune liniară, este marcată prin suprafețe cu înclinare mare, de peste 60%. Intruziunea andezitelor de Șuior în zona Pleșca Mare, sub forma unei discontinuități, este marcată în relief prin pante de 50 – 55%. În masivul Gutâi, relieful scheletic se impune în peisaj printr-un abrupt petrografic către interiorul depresiunii, accentuând și prin acest parametru caracterul de baraj vulcanic al ramei montane.

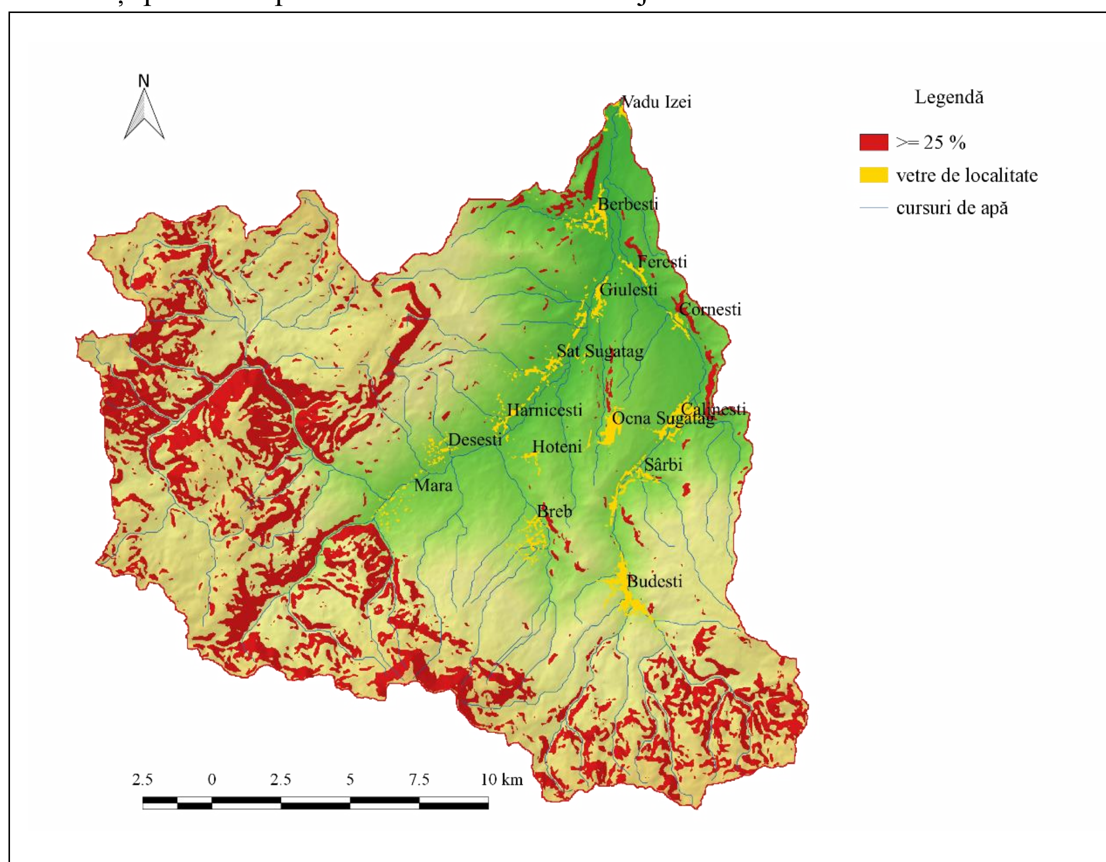


Figura 6. Repartiția arealelor cu pante de peste 25 % din bazinul Marei

În sectorul Văratecului, alternanța petrografică de măguri și neck-uri cu vulcanitele de Seini au dat naștere unui relief accidentat cu o înclinație generală de peste 30%. În lungul culoarelor de vale ce străpung eruptivul, panta înregistrează valori maxime.

Pantele cu valori cuprinse între 5 și 10% ocupă aproximativ 70% din suprafața bazinului. Gradientul topografic acoperă aproape în totalitate sectorul de depresiune, favorabil dezvoltării unei cuverturi pedologice din clasele de sol din clasa care se pretează pentru culturi agricole si amplasarea infrastructurii tehnice. Denivelări mai pronunțate sunt identificate pe culoarul Cosăului, în zona localităților Călinești și Cornești, unde cursul râului este angrenat într-un proces de eroziune laterală, secționând perpendicular stratele de sedimentar.

Structura discordantă a măgurii Marei, afectată de procese erozionale (pe de-o parte de șiroire pe versanți, unde pâraiele și-au săpat văi adânci, pe de altă parte de eroziune laterală, prezintă un grad de declivitate ridicat), marchează retragerea bazei versanților.

- *Lungimea și declivitatea versanților (LS Factor)*

În cadrul modelelor de estimare a susceptibilității la eroziune, combinarea unor repere morfometrice constituie baza de obținere a unui indicator derivat, de mare importanță în calculele aferente.

De fapt, prin combinarea lungimii și a declivității versanților se obține indicatorul morfometric cu cea mai mare influență asupra eroziunii solurilor. Declivitatea definește efectele înclinării asupra procesului de eroziune, în timp ce impactul este asociat cu lungimea versantului, devenind astfel un indice complet de reprezentare a influenței rugozității topografice asupra proceselor de eroziune.

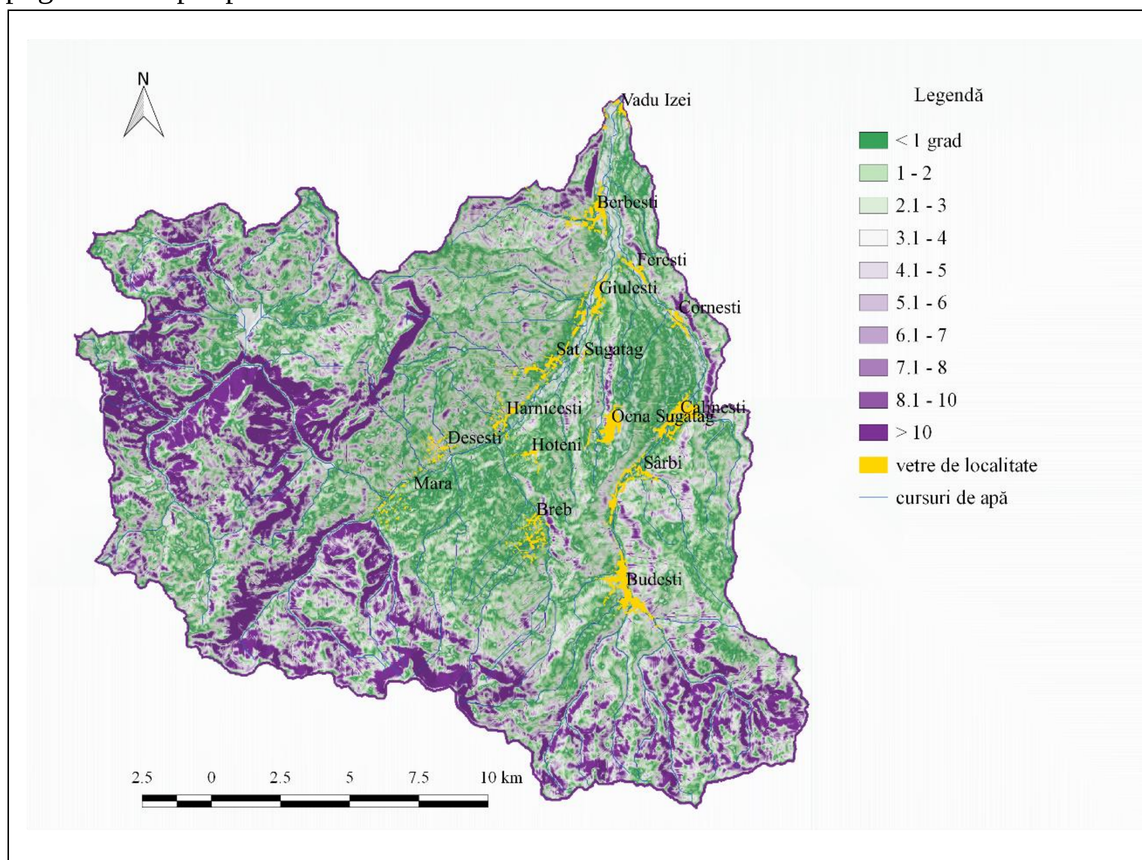


Figura7. Distribuția factorului Ls din bazinul Marei

Factorul LS pentru arealul bazinului Marei a fost obținut prin utilizarea funcțiilor QuantumGIS și SAGAGIS și este, asemeni celorlalți indicatori morfometrici, sensibil la rezoluția datelor spațiale.

Valori maxime pentru acest indicator se înregistrează în sectoarele văilor montane, unde pâraiele au pătruns adânc în eruptiv. Se înscriu în această categorie defileul Marei, zonele de abrupturi petrografice Igniș și Gutâi, zona de izvoare a Cosăului, valea Râușorului, versanții piemontului Marei sau cuesta Berbeștiului.

- *Orientarea versanților*

Este utilă în calculul cantității și a repartiției de radiație solară incidentă la suprafața bazinului. De regulă, versanții însoriți, printr-un aport caloric superior, întrunesc condiții ce favorizează procese erozionale ale solului. Topirea mai rapidă a zăpezilor, uscarea stratului de sol, concentrația mai slabă de materie organică, precum și densitatea redusă a covorului vegetal, pot antrena particulele de sol în procese erozionale în suprafață sau liniare mai accentuate decât pe suprafețe cu expoziție predominant nordică. Un alt aspect important se referă la influența decisivă pe care o are orientarea versanților în ceea ce privește direcția de scurgere a apei pe versanți.

În bazinul Marei, direcțiile de expunere predominante sunt spre nord / nord-est și sud / sud-vest, ceea ce reflectă de altfel și direcția generală de orientare a reliefului. Se poate distinge o ușoară zonare pe direcții de expunere condiționate de structură și tectonică. Astfel, versanții din sectorul de platou al Ignișului au o orientare mixtă pe direcțiile menționate anterior. Fațeta Gutâiului, precum și piemontul din fața sa sunt orientați aproape exclusiv pe direcția nord cu mici varietăți locale. În Piemontul Marei, în sectorul modelat superficial de eroziunea în adâncime, expunerea este predominant sudică și sud-estică. Sectorul nordic, prezintă versanți cu alternanță de expoziție între nord și sud. În sectorul depresionar central, versanții anticlinalului Ocna Șugatag, în virtutea direcției de înclinare, prezintă o expoziție predominant nordică și nord-estică.

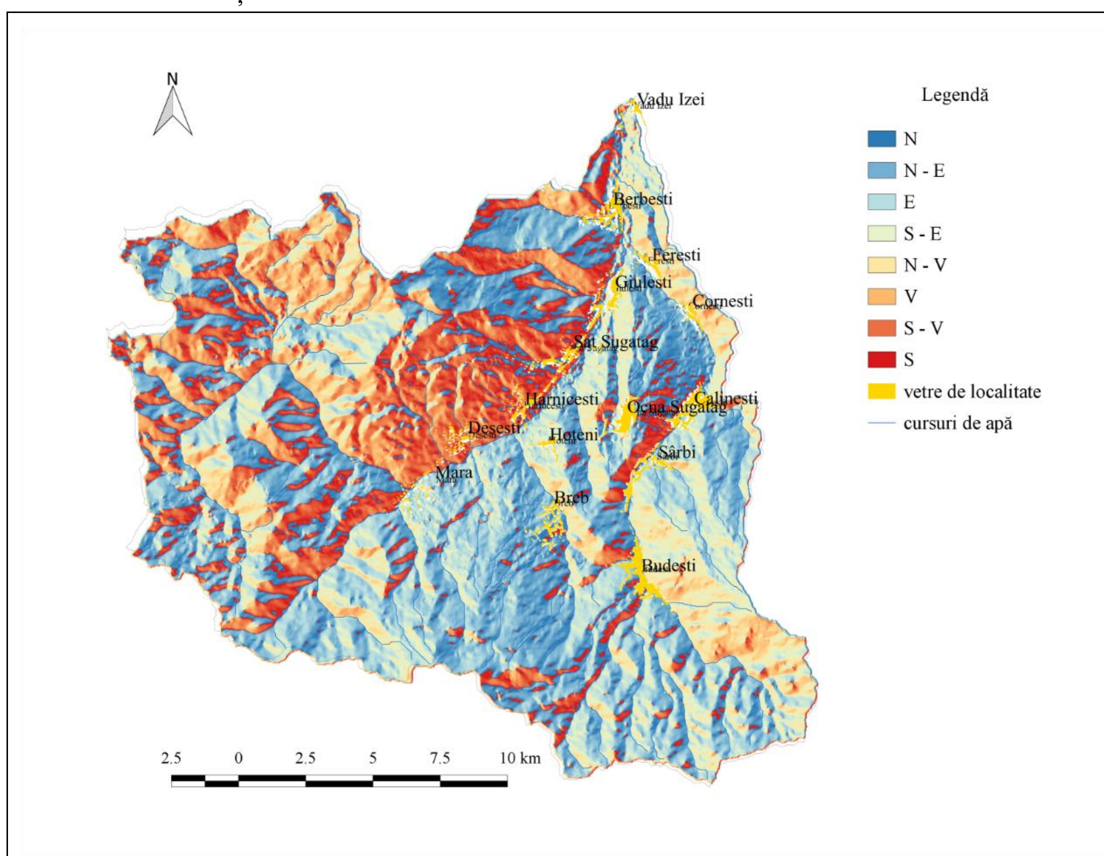


Figura 8. Orientarea versanților din bazinul Marei

Profilul semicircular al ramei munților Văratecului, prezintă versanți cu orientare nordică în dreapta râului Cosău. De cealaltă parte se profilează un versant continuu, în lungul

aceluiaşi sector de vale, amonte de Budeşti, cu direcţie de orientare sud-vestică, vestică şi nord-vestică. Versantul piemontului Văratecului urmează o direcţie general nordică.

- *Adâncimea şi densitatea fragmetării reliefului*

Cei doi indicatori morfometrici, redaţi aici prin *metoda pătratelor*, furnizează informaţii deosebit de utile în ceea ce priveşte potenţialul morfogenetic al reţelei hidrografice în procesele de denudare areală şi liniară. Indicatorii pun în evidenţă dubla zonare petrografică ce caracterizează arealul de studiu, precum şi caracteristicile structurale şi litologice ale acestora, atunci când facem referire la capacitatea de drenaj.

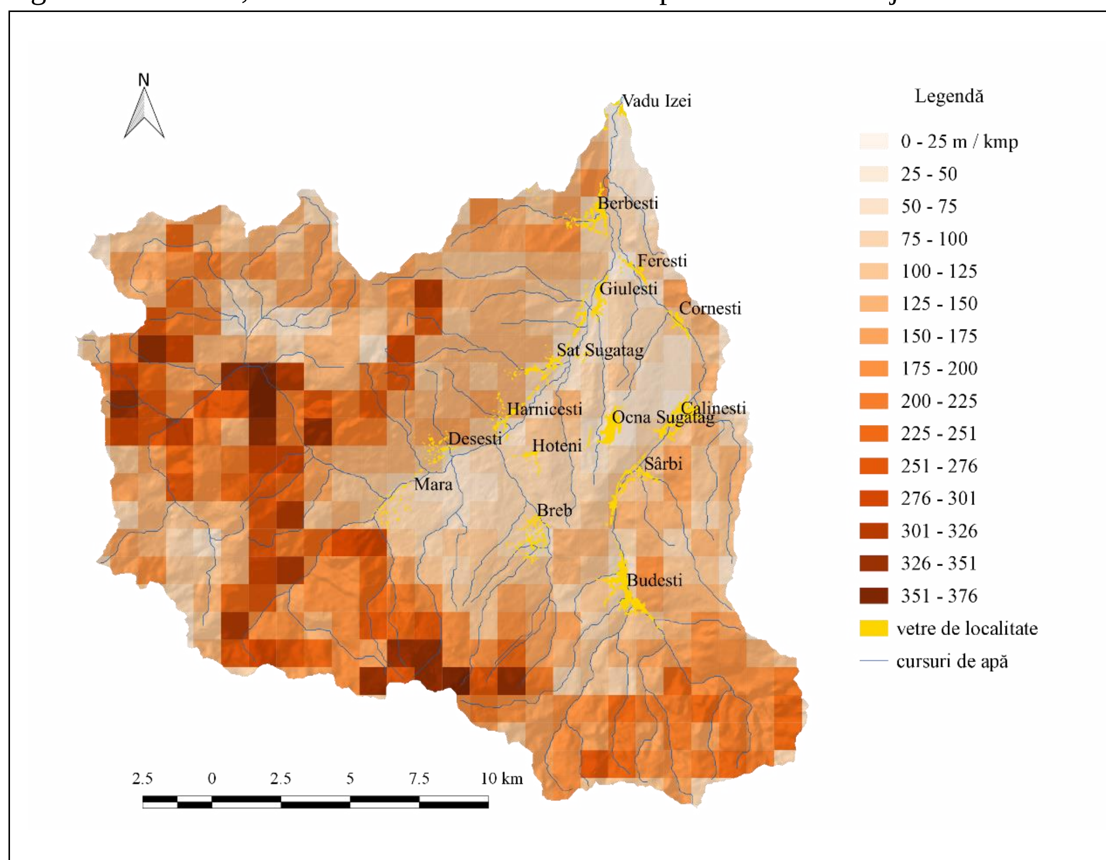


Figura 9. Harta adâncimii fragmentării reliefului (m/kmp)

Prin prisma lor, relieful bazinului Marei aparţine tipului denudaţional matur, care din punct de vedere al evoluției se află aproape de faza de "senectute" ("aproape de echilibru" în termenii termodinamicii nonliniare). Formele de relief montane reprezintă corpuri geologice reziduale, degradate. Energia de relief în aceste areale prezintă valori maxime, de până la 350 de metri, doar în sectorul de defileu al râului Mara, unde râul "a pătruns adânc în eruptivul neogen" (Ujvari, 1972, citat de Ilieş, 2007) în funcţie de nivelul de bază local, precum şi în sectorul de prag al abruptului platoului vulcanic Igniş, pe linia de discontinuitate geologică. Valorile maxime se pot datora şi dislocărilor tectonice ce au afectat în principal interiorul platoului. Sectorul depresionar compact este moderat fragmentat şi prezintă o energie redusă, de până la 40-50 metri, în special pe liniile de discontinuitate litologică. În cele mai multe cazuri, arealele cu energie de relief ridicată prezintă şi valori mari ale densității fragmentării.

Valori maxime ale densitatea fragmentării, de până la 2 km / km^2 sunt specifice în special sectoarelor de confluenţă. Cele mai elocvente exemple sunt zona Câmpu Tătarului,

din caldera Marei, areal de obârşie a izvoarelor Marei, zona de captare a unor cursuri de apă permanente ce drenează Piemontul Gutâiului de către pârâul Breboaia sau zona de confluență a Cosăului cu râul Mara la Fereşti.

Densitatea fragmentării reliefului depinde în special de influenţele climatice şi de configurația fizică a bazinului. Densitatea medie spre ridicată a rețelei în caldera Marei, este determinată de caracteristicile petrografice ale substratului geologic. Rocile andezitice cu grad de permeabilitate redus, lipsa vegetației arborescente sau pătura de sol superficială, concentrează rapid scurgerea de suprafață spre inflexiunile topografice, iar de acolo în pâraie. Situația este similară în toate zonele cu densitate de peste 1 km pe km^2, de unde şi tendința de şiroire şi torențialitate.

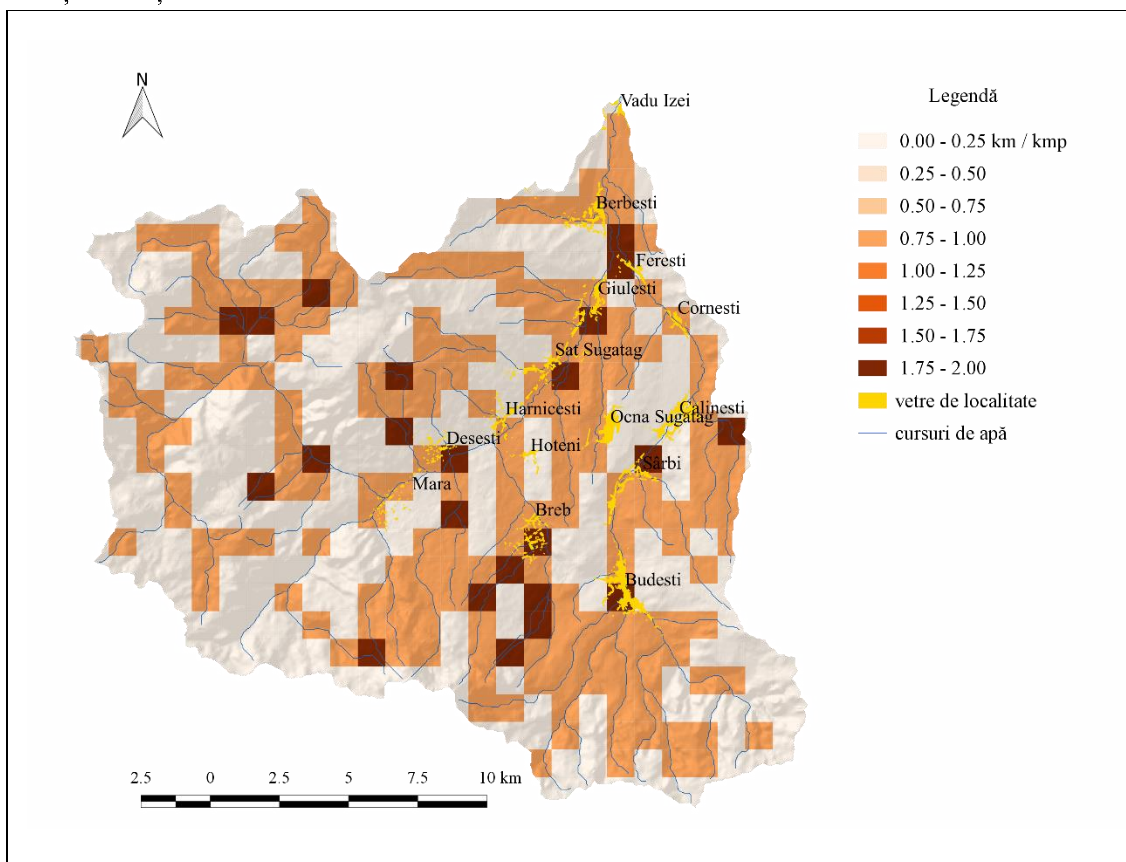


Figura 10. Harta densității fragmentării reliefului (km/kmp)

- *Indicele curburii în profil*

Dacă altitudinea reprezintă derivata primară a reliefului, alături de curbura în plan şi cea tangențială, curbura în profil reprezintă un set de derivate secundare ale suprafeței topografice. Efectul umbririi folosit pentru îmbunătățirea vizualizării la redarea reliefului, pune în evidență foarte bine aceste atribute cuantificabile, prin intermediul cărora putem înțelege în profunzime trăsăturile morfometrice ale bazinului şi modul în care acestea condiționează repartiția spațială a factorilor hidrici şi procesele de eroziune.

Curbura în profil este un indicator de bază în interpretatea caracteristicilor reliefului, cu ajutorul său putându-se evidenția suprafețele concave (valori negative), cele convexe (valori pozitive / ** în alte programe de analiză spațială valorile pozitive determină suprafețele

concave) sau cele plane (http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/curvature-function.htm), prin algoritmi de identificare a inflexiunilor de pantă.

Inflexiunile pantei sunt folosite pentru identificarea și delimitarea *formelor de relief elementare*.

Curbura în profil a terenului influențează viteza de scurgere a apei pe versanți și în albii, cu efecte directe asupra eroziunii și sedimentării. Curbura în profil pune în evidență sectoarele de versant și albie cu potențial de scurgere accelerată și decelerată. Versanții cu convexitate / concavitate pronunțată reprezintă o particularitate a zonelor cu roci vulcanice sau sedimentare dure, unde eroziunea fluviatilă a creat văi adânci. Convexitățile nu se impun în relief prin culmi ascuțite, ci prin suprafețe interfluviale scurte și netezite, spre deosebire de văile înguste și adânci ce sunt specifice întregii zone montane.

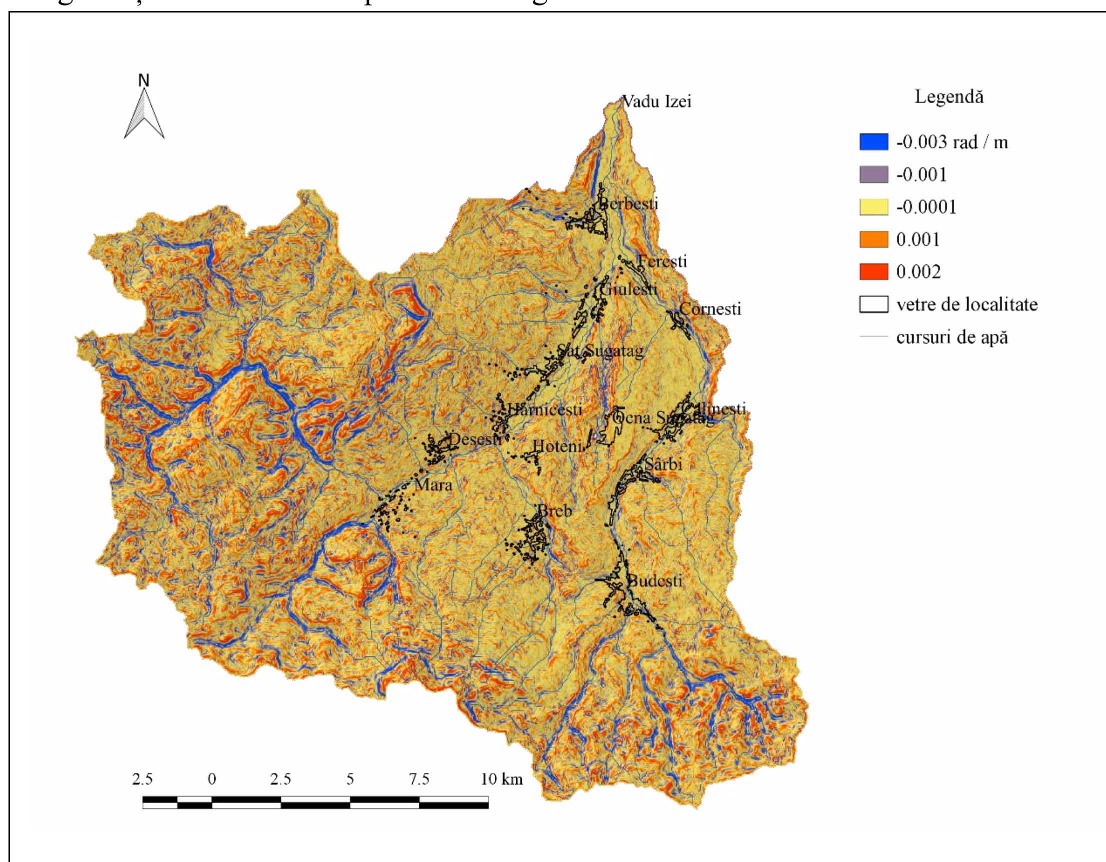


Figura 11. Harta curburii versanților (rad/m)

- *Indicele curburii tangențiale*

Cel de-al doilea indicator din această categorie oferă posibilitatea vizualizării unor aspecte morfometrice insuficient surprinse prin alte metode. Profilul este utilizat cu precădere la evidențierea particularităților scurgerii, și este util și la redarea reliefului bazinal pe categorii de unități elementare. Fiind o funcție a pantei, curbura tangențială pune în evidență versanții și văile ca suprafețe de convergență / divergență a scurgerii, și este măsurat perpendicular pe direcția gradientului de pantă maxim. Curbura tangențială reflectă modificările în unghiul de orientare a versanților. Prin analiza materialului rezultat se pot identifica inclusiv arealele cu propensiune spre scurgere a apelor de șiroire în ravene și torenți. Ca și în cazul precedentului indicator, din rațiuni de utilitate, zonele probabile de

divergență a fluxului de apă sunt redate prin valori pozitive, iar cele de convergență prin valori negative.

Arealele expuse acestui tip de scurgere sunt localizate în sectorul montan. În zona de defileu a râului Mara, versanții ce flanchează valea prezintă un grad ridicat de expunere la procese erozionale de tip torențial. Dispunerea acestora este în format rectangular, probabil instalate pe fisuri preexistente în rocă.

De asemenea, versanții piemontului fosil Măgura Marei pun în evidență profile de văi scurte, instalate pe versanți cu pantă de peste 25 %, unde se pot manifesta procese de ravenare intensă. Culoarele urmează o dispunere sub formă radiară.

Sectorul montan al Văratecului prezintă aspecte topografice ce favorizează procesele de eroziune în adâncime. În acest areal, eroziunea fluviatilă se impune în relief, rețeaua de drenaj având un aspect aproape dendritic. În aceste sectoare, interfluviile se îngustează datorită reculului versanților. La vizualizare acestea apar marcate prin valori reprezentând convexitate maximă. Aspectul evidențiat are caracter local, bazinului Marei fiindu-i specifice mai degrabă suprafețele interfluviale aplatizate și netede.

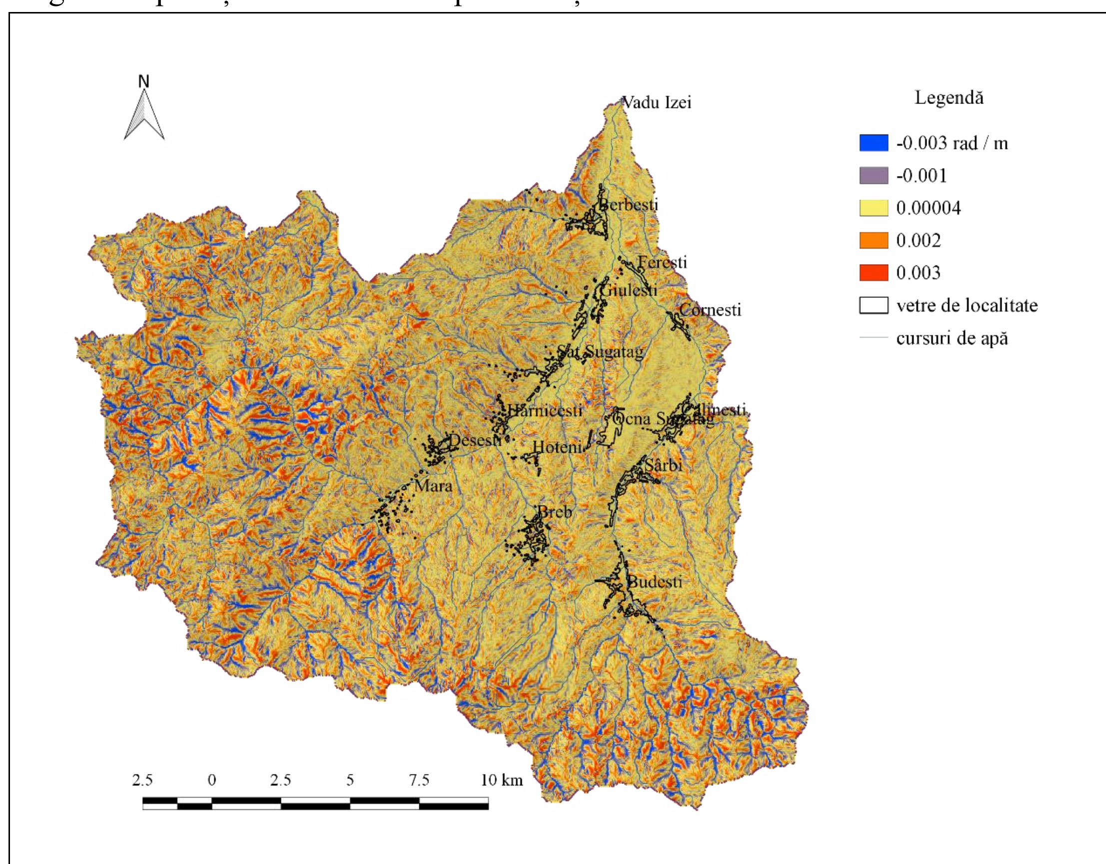


Figura 12. Harta curburii tangențiale a versanților (rad / m)

- *Forme de relief elementare*

Unitățile morfostructurale individualizate la nivelul bazinului pe baza unor criterii structurale, petrografice și litologice au în comun o serie de parametri geometrici, în fapt, atributele de curbură ale suprafeței topografice. Recunoașterea formelor geometrice elementare ale suprafeței terestre se realizează utilizând algoritmi de procesare a modelului digital al terenului. Acestia pot delimita unități topografice omogene prin alocarea de praguri

valorilor de curbură și orientare a pantei. Fațetele suprafeței sunt clasificate în unități distincte pe baza rezultatelor obținute din precedenta curbă în profil și tangențială (Schillaci et al., 2015).

Se pot delimita astfel cel puțin cinci clase de forme de relief elementare. Conform metodologiei românești (Ielenicz, 2004), acestea aparțin mezoreliefului, fiind încadrate formelor de ordinul III.

Formele de relief plane sunt caracterizate prin valorile cele mai reduse ale energiei de relief și pante ce nu depășesc 10%. Prin această metodă putem să identificăm, în funcție de poziția pe altitudine și geneză, suprafețele de terasă ale râurilor, albiile majore sau părțile superioare ale interfluviilor puternic nivelate.

Culoarele de vale corespund suprafețelor de versant cu înclinări și orientări diferite. O caracteristică importantă a suprafețelor de versant este convexitatea, reamintind încă o dată influența structurală și petrografică, în ciuda aspectului matur al reliefului. Predomină văile cu aspect în formă de V, subliniind evoluția ascendentă a rețelei hidrografice prin adâncirea râurilor și depășirea în intensitate a eroziunii areolare a versanților.

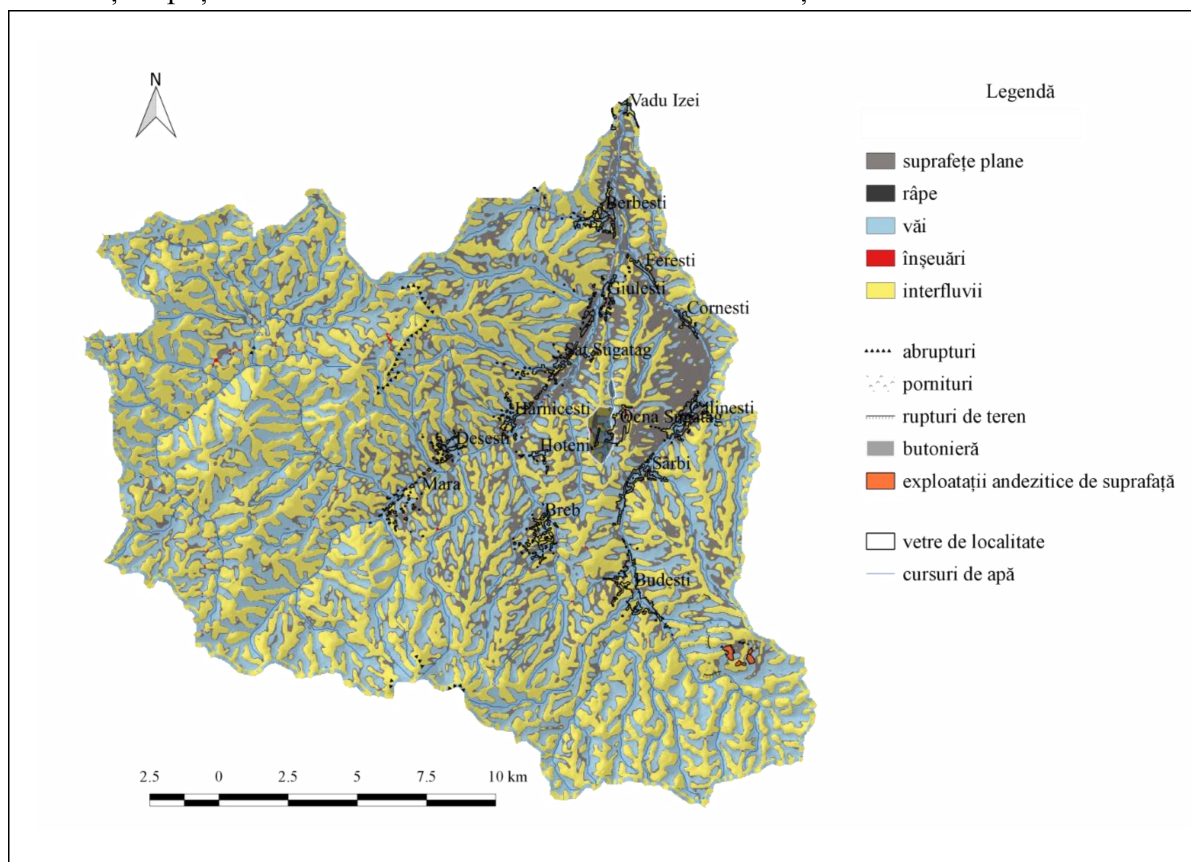


Figura 13. Harta distribuției formelor de relief elementare

Interfluviile sub forma culmilor rotunjite au o largă răspândire. În bazinul Marei, acestea apar în special în sectorul piemontan și sunt dispuse aproape paralel, în lungul pantei. Interfluviile în zona montană au aspect divers, în funcție de constituția petrografică și de dispunerea rocilor. Interfluviile largi din Munții Igniș sunt sporadic întrerupte de *înșeuări* ce pun în evidență dezintegrarea lentă a culmilor.

Râpele, asociate în analiza modelului digital al terenului cu gropile (pits) sunt localizate cu totul izolat, natura apariției lor fiind conectată cu activitatea antropică. Acestea reprezintă exponenți ai reliefului antropic în bazinul Marei. Un exemplu concludent îl reprezintă gropile localizate pe culmea dinspre versantul drept al Cosăului, amonte de Budești, în zona denumită Gruiul Lupului. Acestea au rezultat în urma excavațiilor în depozitele deluviale pentru extragerea blocurilor andezitice. Pâlniile de sufoziune rezultate în urma prăbușirii tavanelor fostelor mine de sare de la Ocna Șugatag reprezintă cel de-al doilea exemplu de relief antropic. Surpările de teren au fost marcate pe hartă ca și rupturi de pantă și pornituri.

4.3.6 Procese geomorfologice contemporane

Pe baza analizei SIG și a validării rezultatelor în teren în bazinul Marei, la nivelul diferitelor sale subunități, au fost identificate următoarele tipuri de procese geomorfologice contemporane:

unitate / subunitate de relief	proces geomorfologic	tipologia procesului geomorfologic	identificare pe teren / punct de observație
Munții Igniș	procese de meteorizație	dezagregare fizică prin îngheț-dezgheț	platoul Tătaru – obârșia izvoarelor Marei
Munții Gutâi	procese de meteorizație	dezagregare fizică prin îngheț-dezgheț	vf. Creasta Cocoșului – baza dyke-ului
Piemontul Marei	procese gravitaționale lente	creep	sectorul de piemont amonte de localitatea Mara
	procese gravitaționale bruște	alunecări de teren	prima treime de la baza piemontului, între localitățile Desești și Hărnicești
Piemontul Marei	procese gravitaționale bruște	alunecări de teren	versantul stâng, pe cursul pârâului Râușor, amonte de localitatea Mara
Piemontul Gutâiului	procese gravitaționale bruște	alunecări de teren	aria protejată Tăurile Morărenilor, UAT Ocna Șugatag
	procese gravitaționale bruște	alunecări de teren	aria protejată Tăurile de la Hoteni, perimetrul localității Hoteni
Piemontul de eroziune Măgura Marei	procese gravitaționale bruste	alunecări de teren	baza versantilor vestici, pe cursul pârâului Râușor
Anticlinalul Ocna Sugatag	pluviodenudarea	procede de ravenație	sectorul sudic butoniera Ocna Șugatag
	procese gravitaționale lente	sufoziune chimică / sufoziune mecanică	Ssctorul fostelor exploatări salifere Ocna Șugatag
	procese gravitaționale bruște	alunecări de teren	versanții butonierei Ocna Șugatag
Valea Cosăului	eroziune fluviatilă	eroziune laterală	amonte de localitatea Cornești
	pluviodenudare	eroziune prin șiroire	amonte de localitatea Cornești

Valea Marei	pluviodenudare	procese de ravenație	terasa I a râului Mara aval de localitatea Berbești
	eroziune fluviatilă	eroziune laterală	terasa I a Marei, amonte de Vadu Izei

Tabel 4. Proceselor geomorfologice contemporane reprezentative în bazinul Marei (la nivel de subunități de relief)

- *Procese de meteorizație*

Dezagregarea fizică prin îngheț-dezgheț / acțiunea plantelor – reprezintă efectul de dezagregare al rocii datorat schimbării de volum a gheții ca urmare a variațiilor de temperatură care cauzează înghețarea apei izvoarelor aflate la obârşia principalelor cursuri de din bazinul Marei. Zone afectate de dezagregare fizică au fost identificate chiar și pe versanții împăduriți, cu blocuri deluviale andezitice la zi, prin acțiunea sistemelor radiculare ale plantelor.

- *Procese gravitaționale lente*

Creep-ul – identificat local, pe suprafețe restrânse, pe versanții cu pante accentuate de pe sectoare ale piemontului Marei, piemontului Gutâiului, pe versanții pârâului Râușor (Munții Igniș), în amonte de localitatea Mara.

Procese de sufoziune chimică și mecanică – atipice pentru arealul studiat, acționează în zona saliferului Ocna Şugatag, având ca efecte directe lărgirea continuă a cuvetelor lacustre prin subminarea malurilor (surpări de maluri).

- *Procese gravitaționale bruște*

Alunecări de teren – alunecări masive de teren (rotaționale și lenticulare, îndeosebi) au fost identificate în teren în următoarele sectoare:

- în treimea inferioară a piemontului Marei, între localitățile Desești și Hărnicești;
- în butoniera anticlinalului Ocna Şugatag, pe ambii versanți ai acesteia. Prin subsidența continuă a bazinelor lacustre și lărgirea cuvetelor acestora se creează premisele declanșării lor, cu efecte negative asupra populației din zonă;
- în sectorul bazinal al piemontului Gutâiului, în perimetrul localității Hoteni. Alunecarea de teren de la Hoteni, acum stabilizată, ce se întinde pe o suprafață de câteva hectare, a dezvoltat pe patul de alunecare două suprafețe lacustre (tăuri), alimentate exclusiv în regim pluvio-nival. Actualmente, tăurile și mlaștina, în suprafață de peste 2,5 hectare (www.maracosău.ro) au fost declarate rezervație de interes local;
- în sectorul superior al piemontului Gutâiului, producerea unei alunecări de teren a dus la formarea într-o depresiune de alunecare a tăului Morărenilor, declarat arie protejată.

  Alunecări de teren superficiale (porniturile) – exemplul cel mai elocvent în acest sens îl reprezintă sectorul superior al bazinului Cosăului, amonte de localitatea Budești, pe versantul drept, în zona cunoscută ca și Gruiul Lupului unde solul este afectat pe o suprafață de căteva hectare de acest tip de mișcări. Un alt sector afectat de procese de acest tip este situat în apropierea localității Breb, pe valea Breboaiei, pe versantul de sud-vest al anticlinalului Ocna Şugatag.

- *Procese fluvio-torențiale*

Şiroirea a fost identificată în sectorul subsecvent al văii Cosăului, pe versantul drept, în amonte de localitatea Corneşti.

Ravenaţia a fost identificată în sectorul superior al butonierei deschise în anticlinalul Ocna Şugatag, cu rigole trecute în ogaşe. Apa canalizată în urma scurgerii areolare a precipitaţiilor, sau prin topirea zăpezilor, se scurge în cuveta lacustră a celui mai mare lac antroposalin – lacul Găvrilă. De asemenea, procese de ravenaţie au fost identificate pe terasa I a râului Mara. Ravenele, dezvoltate pe podul de terasă sau chiar pe fruntea acesteia, sunt acum fixate. Pe alocuri vegetaţia a fost îndepărtată recent. S-au putut identifica sectoare aflate în diverse faze de evoluţie.

Eroziunea laterală, identificată în două sectoare diferite. Pe cursul râului Cosău – amonte de localitatea Corneşti – procesul de înălţare continuă a anticlinalului Ocna Şugatag, caracterul asimetric al văii datorat migrării albiei înspre nord-est şi dezvoltarea unei lunci monolaterale extinse, la care se adaugă structura litologică monoclinală a dealurilor Călineştiului, conferă Cosăului caracterul de vale subsecventă. Râul acţionează prin eroziune laterală asupra frontului de cuestă. Pe cursul râului Mara – amonte de Vadu Izei – albia râului Mara intră în acest sector în contact direct cu terasa I, subminând baza acesteia şi declanşând surpări ale depozitelor de pe faţada frunţii de terasă.

Observaţiile efectuate pe parcursul secolului XX cu privire la răspunsul albiilor la acţiunea factorilor de control naturali şi antropici arată tendinţe de inversare a agradării, inclusiv în cazul râurilor mici din zona montană, datorate mai ales intervenţiilor antropice de tipul acţiunilor de regularizare sau de îndepărtare a vegetaţiei de pe maluri (Rădoane et al., 2007). Râul Mara cel puţin, asemeni râului Săpânţa, a devenit atractiv pentru programele de investiţii ce vizează construcţia de baraje şi microhidrocentrale pe râurile mici de munte, în special datorită naturii suportului geologic din zona de amonte. Cursul Marei înregistrează deja schimbări în regimul de scurgere şi rata sedimentării. Debitul a scăzut cu aproximativ 1mc/s datorită faptului că, prin instalaţiile de la barajul Runc (încă neoperaţional), resurse de apă din bazinul Marei sunt transferate în bazinul Săsarului. Proiectele vizând construcţia a cinci microhidrocentrale pe râul Mara, suspendate deocamdată din raţiuni ecologice, ar conduce la fragmentarea cursului şi a habitatelor. Cel mai probabil, aceste proiecte ar avea ca efecte schimbarea debitului, profilului şi vitezei de curgere a râului precum şi a dinamicii de albie.

5. INDIVIDUALITATEA HIDRO – CLIMATICĂ A BAZINULUI MAREI

5.1 Caracteristici climatice şi topoclimatice de ansamblu

Tiparul climatic regional poate explica situația existentă la nivelul bazinului Marei, cu nuanțările de rigoare datorate configurației și orientării reliefului în primul rând (grad de fragmentare, expoziție, geodeclivitate), sau a caracteristicilor suprafeței active (distribuția vegetației, petrografia etc.). Parametrii meteorologici joacă un rol de prim ordin în individualizarea arealului de studiu, precum și asupra potenţialului energetic natural provenit din surse exogene (radiaţie solară, precipitaţii vânt), condiţionat, la rândul său, de particularităţile topoclimatice şi microclimatice de factură regională şi locală impuse de factorii fizico geografici. Nu în ultimul rând, individualizează arealul prin influențele exercitate asupra activităților umane, aflate în relație de dependență față de caracteristicile condițiilor fizico-geografice.

Inferențe asupra condițiilor climatice din bazinul Marei se pot face prin analiza punctuală a unor parametri climaterici locali. Explicația cantitativă a putut fi însoțită de o extrapolare calitativă, urmărind situația climaterică la nivelul întregii depresiuni intracarpatice, a bazinulului Turului, situat în zona de contact carpato-panonică, zonă de convergență a maselor de aer din vestul, sudul și nordul Europei.

Existența unei singure stații meteorologice în cadrul arealului de studiu, cea de la Ocna Şugatag, a îngreunat procesul de analiză a parametrilor meteorologici și climatici, în special prin prisma vizualizării spațiale a datelor. Datele înregistrate de Institul Meteorologic Român la stația meteo Ocna Șugatag au fost comparate și completate cu date statistice pentru aceeași locație, culese și interpolate de sateliții proprii ai Centrului pentru Date Științifice Atmosferice (The Atmospheric Science Data Center) din cadrul Centrului de Cercetare al NASA de la Langley, Statele Unite. Datele caracterizează situația meteorologică dintre anii 1983 – 2005. De asemenea, pentru a putea creiona într-un mod pertinent situația meteorologică la nivelul întregului areal, au fost utilizate și date raster obținute prin interpolarea datelor statistice reprezentative pentru perioada 1950 – 2000, pentru diverși parametri meteorologici, accesate de pe portalul WorldClim – Global Cimate Data. Datele spațiale cu rezoluția de 30 de secunde au constituit baza de extrapolare a informațiilor cu importanță climatică și meteorologică pentru întregul bazin al Marei.

5.1.1 Repartiția radiației solare

Energia care inițiază și antrenează sistemele climatice provine de la Soare (http://eesc.columbia.edu/courses/ees/climate/lectures/radiation/) și pe bună dreptate este considerat a fi factorul determinant al majorităţii transformărilor care au loc în realitatea geografică. Distribuția acesteia este neuniformă în timp și spațiu, înregistrând ample variații zonale sezoniere, diurne, anuale și multianuale. Chiar și atunci când facem referire la un areal de doar câteva sute de kilometri pătrați, aspectele de morfometrie a suprafeței terenului, precum și valențele calitative ale acestuia (potențialul de reflectare și absorbție al vegetației, suprafețelor acvatice, suprafețelor antropice etc.) pot influența repartiția neuniformă a energiei solare, adesea cu variații cantitative semnificative.

Potențialul energetic al acestei resurse inepuizabile este cel mai bine valorificat de către sistemele climatice în circuitul general al atmosferei, apoi de vegetație și sol. Potențialul de meteorizație al energiei solare se situează într-un plan secundar. La ora actuală, tehnologii

performante încearcă să utilizeze cu randament sporit această resursă pe care, în cele mai multe părți ale lumii, oamenii o folosesc doar pasiv, asemeni vântului.

Evaluarea potențialului energetic al radiației solare ia în calcul mai mulți parametri ai acestui indicator. În această lucrare, extragerea datelor cantitative anuale cu privire la radiația totală directă necesară pentru determinarea fluxului de energie solară precum și a distribuției spațiale a acesteia a avut în vedere următoarea condiție – factorul de nebulozitate a reprezentat o constantă cu grad de acoperire de sub 10%.

- *Radiația solară directă*

Reprezentând radiația incidentă pe suprafața bazinului, depinde de înălțimea Soarelui pe cer, precum și de unghiul format prin intersecția undelor cu suprafața terestră, la care se adaugă gradul de transparență/opacitate al atmosferei. Atributele suprafeței topografice joacă un rol important în repartiția cantității de radiație la nivelul bazinului. Desigur, opacitatea atmosferică poate reduce semnificativ cantitatea de energie ajunsă la suprafață, o parte fiind reflectată înapoi în spațiu la contactul cu pătura de nori.

radiația solară directă (kWh/ha)														
	ordin de magnitudine	ian	feb	mar	apr	mai	iun	iul	aug	sep	oct	noi	dec	media multianuală
M_a / zi	e+04	1.8	2.7	3.3	3.8	4.6	4.7	5.0	5.0	3.6	2.8	1.8	1.5	-
M_a / lună	e+05	5.7	7.5	10.2	11.4	14.3	14.1	15.5	15.5	10.8	8.6	5.4	4.6	1.2 e+07
radiația solară directă (Joule/ha) **														
M_a / zi	e+10	6.5	9.7	11.1	14.0	16.6	17.0	18.0	18.0	13.0	10.0	6.5	5.4	-
M_a / lună	e+12	2.0	2.7	3.7	4.1	5.1	5.1	5.6	5.6	3.9	3.1	1.9	1.6	4.4 e+13
abaterea de la minima și maxima lunii (%)														
minima	%	-65	-92	-37	-26	-39	-32	-31	-30	-68	-68	-70	-86	-
maxima	%	62	85	41	20	31	31	31	21	53	61	65	n/a	-
indexul K – fracția recepționată din radiația solară de la suprafața atmosferei (0 – 1)														
minima	0-1	0.34	0.30	0.40	0.40	0.37	0.39	0.41	0.43	0.32	0.31	0.30	0.29	0.35
maxima	0-1	0.48	0.58	0.55	0.50	0.55	0.55	0.58	0.59	0.56	0.52	0.45	0.44	0.53
media	0-1	0.41	0.45	0.47	0.46	0.48	0.47	0.50	0.52	0.46	0.43	0.38	0.38	0.45

Tabel 5. Parametrii radiației solare directe pentru intervalul 1983 – 2005 corespunzătoare coordonatelor 47.7 lat N / 23.9 long E / 495 m altitudine (după www.eosweb.larc.nasa.gov)
** 1kWh = 3600000 Joule

Distribuția spațială neuniformă a potențialului energetic al radiației solare este condiționată de o serie de caracteristici morfometrice ale suprafeței active, precum și de o serie de condiții de ordin calitativ. Dacă în capitolul precedent s-au detaliat cele mai importante carateristici morfologice și morfometrice ale bazinului, acum este rândul aspectelor de ordin calitativ, care reduc sau amplifică potențialul unei suprafețe de a absorbi energia solară. Acestea se referă în principal la cuvertura de protecție a rocii, fie că ne referim la cuvertura edafică, sol și vegetație sau la suprafețele acoperite de infrastructura antropică. Având în vedere extensiunea şi densitatea infrastructurii de locuire se poate aprecia că gradul de antropizare al bazinului Marei este relativ redus.

- *Albedo-ul suprafeței active*

Surprinderea influenței calitative și redarea cartografică a distribuției neuniforme a cantității de radiație directă se poate face prin clasificarea suprafeței active conform modului de folosință a terenurilor, prin prisma capacității de reflexie a luminii. Caracteristicile suprafeței active, de ordin cantitativ și calitativ, joacă un rol de prim ordin în determinarea condițiilor de formare a topoclimatelor.

Coeficientul de reflexie stabileşte albedo-ul suprafeţei active. În general, albedo-ul influenţează capacitatea de insolaţie şi implicit, temperatura suprafeţei active, însă acest parametru este dependent şi de poziţia pe latitudine a zonei (comparaţia între domeniul arctic

și deșertic, unde valorile de albedo sunt mari de ambele părți, însă insolația puternică din deșert cauzează temperaturi foarte mari la suprafața solului, este edificatoare).

Natura adimensională a coeficientului de albedo face ca acesta să fie exprimat ca fracție cuprinsă între 0, pentru capacitate nulă de reflexie și 1, capacitate de 100%. Planeta ca atare are un coeficient mediu de albedo de până la 40 %, datorat pe de-o parte calotelor glaciare, pe de altă parte proceselor atmosferice prin gradul de înnourare. Totuși, la prelucrarea datelor pentru estimări ale cantității de radiație solară pentru zone mai restrânse, cel mai important rol îl are albedo-ul suprafeței active, considerat aproape o variabilă cu fluctuații sezoniere a valorilor.

Albedo-ul suprafeței active														
	Unitate de măsură	ian	feb	mar	apr	mai	iun	iul	aug	sep	oct	noi	dec	media multianuală
M_a / lună	-	0.33	0.28	0.15	0.15	0.19	0.21	0.20	0.18	0.15	0.14	0.16	0.26	0.19
temperatura suprafeței active (^{0}C)														
M_a / lună	^{0}C	-5.3	-4.0	1.6	9.0	15.0	18.1	20.5	20.3	14.9	8.7	1.5	-4.0	8.1

Tabel 6. Valorile medii lunare multianuale ale albedo-ului și temperaturii suprafeței active (1983 – 2005) corespunzător coordonatelor 47.7 lat N / 23.9 long E / 495 m altitudine (după www.eosweb.larc.nasa.gov)

Derivarea unor date atribut pentru estimarea coeficientului de albedo al suprafeței active a necesitat prelucrarea în format vectorial a datelor referitoare la modul de folosință a terenurilor după criteriile LandCorine, pentru anul 2012.

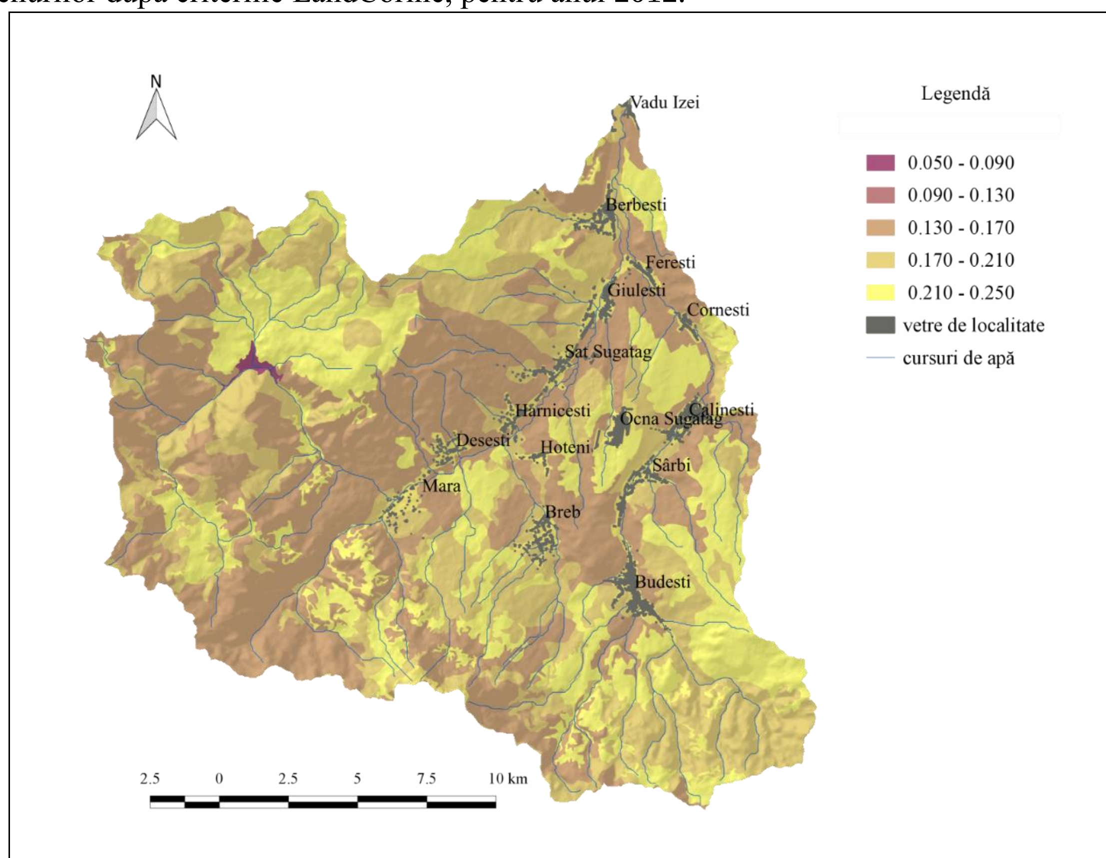


Figura 14. Harta distribuției albedoului suprafeței active

În general, suprafețele acoperite cu pajiști au o capacitate ridicată de reflexie a radiației solare. Pajiștile secundare ocupă areale compacte în Câmpul Tătaru (caldera Marei), în zona de piemont a Gutâiului sau în sectorul superior al piemontului Văratecului. În Piemontul Gutâiului pajistile ocupă zone în alternanță cu suprafețe forestiere. La polul opus se află, prin natura petrografică, siturile unde roca subiacentă se află la zi. Este cazul sectoarelor de

amonte ale Marei, în sectorul de defileu, în special acolo unde roca a fost descoperită prin dislocările efectuate pentru construcția barajului de pe valea Runcului, principalul curs de la obârșia Marei care se formează în aval de confluența Runcului cu Valea Brazilor.

Repartiția cantității de radiație la suprafața bazinului înregistrează nuanțări locale, însă cantitatea se menține în același ordin de magnitudine. După cum este și normal, morfometria reliefului se impune, versanții cu expoziție predominant nordică și nord-estică acumulând o cantitate de radiație mai redusă. Expoziția este completată de coeficientul de pantă, ce accentuează diferențierile locale pe versanții anterior menționați. La polul opus, o cantitate maximă de radiație solară înregistrează versanții cu expoziție sudică ce beneficiază în același timp și de un coeficient de albedo redus. Sectorul montan al Ignișului sau Văratecului, acoperit cu păduri de conifere, intră în această categorie. Culoarele de vale, precum și întreg sectorul depresionar, înregistrează valori cantitative medii. In figura 15 au fost puse în evidenţă diferenţierile suprafeţei active în funcţie de radiaţia solară directă receptată. Reprezentarea de tip raster a fost obținută utilizând funcția r.sun a programului ARC GIS 9.3.

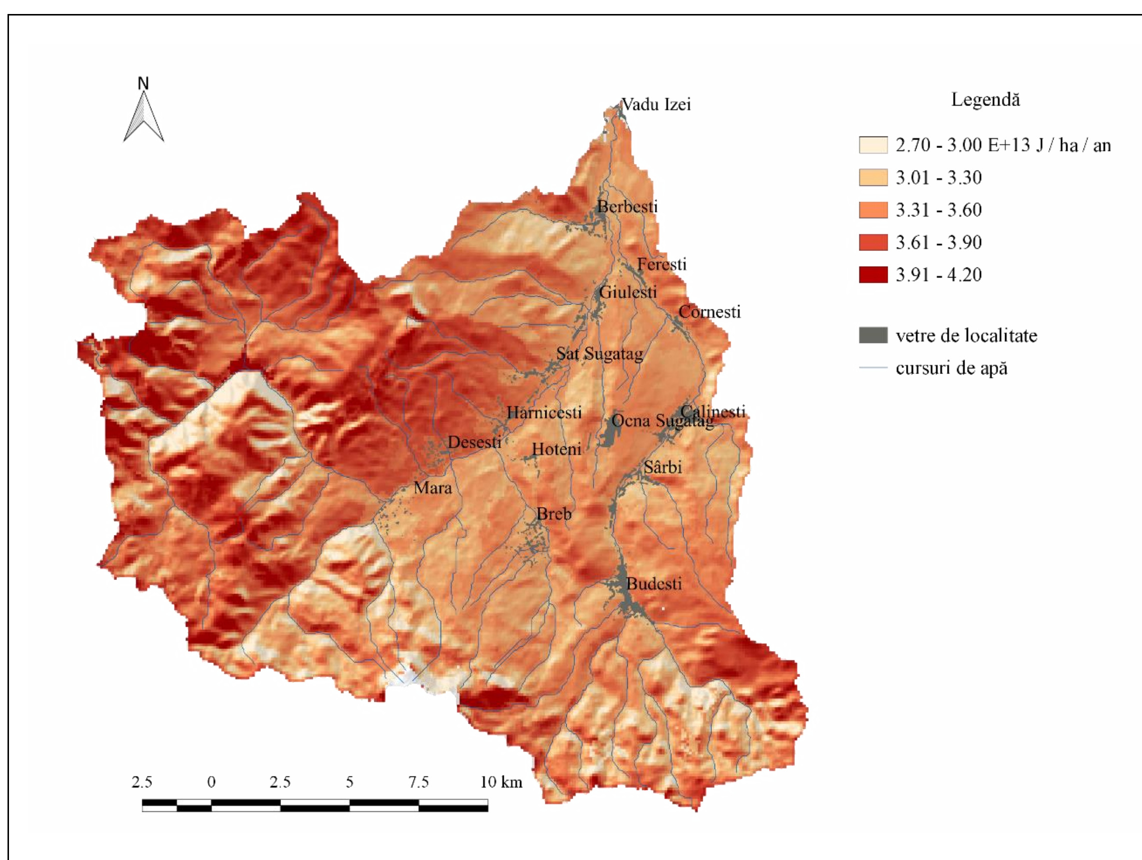


Figura 15. Harta repartiției radiației solare directe (J/ha/an)

5.1.2 Circulația și condițiile atmosferice

Pentru conturarea unei imagini concludente asupra condițiilor climatice din bazinul Marei, succesiunea maselor de aer asupra teritoriului constituie un alt factor important. Se au în vedere atributele specifice de presiune, umiditate, temperatură și viteză. Convergența maselor de aer din vestul, sudul și nord-estul continentului în zona panonică, fac ca și spațiul extra și intra-carpatic nordic să fie unul de tranzit al acestor tipuri de mase de aer.

Cel mai important tip de circulație atmosferică este reprezentat de masele de aer oceanic vestice, aspect evidențiat atât la nivelul întregii țări (Geografia României, vol. I,

1983), cât și la nivelul depresiunii intramontane a Maramureșului (Popa-Bota, 2003, Ilieș, 2007) sau a depresiunii de contact a Oașului (Ilieș, 2006) de la periferia arcului carpatic, areale strâns relaționate cu unitatea morfostructurală a bazinului Marei. Masele de aer vestice umede, generează o situație meteorologică cu ploi frecvente, în special vara și primăvara (Geografia României, vol. I, 1983).

De asemenea, activitatea ciclogenetică din bazinul mediteranean se constituie ca un element de marcă, în special prin tranzitarea regiunii de masele de aer calde și umede, generatoare de vreme cu instabilitate ridicată (Ilieș, 2006). Comparația precedentă privind aspectul flancului vestiv al platoului vulcanic Igniș, puternic erodate, din zona de amonte a bazinului Turului și sectorul estic bine conservat, ce aparține bazinului Marei, se datorează cantității mai reduse de precipitații în interiorul depresiunii Maramureșului. Acest aspect este favorizat de escaladarea forțată a reliefului și descărcarea orografică a maselor de aer. În depresiunea Oașului, cantitatea multianuală de precipitații în sectorul montan este cu cel puțin 100 mm mai ridicată (Ilieș, 2006).

Masele de aer nord-estic, de tip baltic și siberian, provin din două arii anticiclonale, atrase în zona carpato-panonică de centrii barici cu presiunea joasă din Mediterana. Pătrunderea maselor de aer de tip baltic (extensiune a Anticiclonului Azorelor) aduc vreme caracterizată prin temperaturi mai scăzute, nebulozitate și precipitații. Influențele maselor de aer reci și uscate siberiene se resimt prin temperaturile foarte scăzute din timpul iernii (Popa-Bota, 2003).

- *Presiunea atmosferică*

Ținând cont de extensiunea spațială a arealului de studiu, presiunea atmosferică este un indicator de rang secundar, și poate explica cel mult frecvența ploilor locale, în contexul în care pornim de la premisa că insolația și variațiile de altitudine și de temperatură determinate de caracteristicile suprafeței active pot influența apariția acestora. În conturarea caracterului general al vremii în bazinul Marei, după cum s-a menționat anterior, arealul este supus influențelor centrilor barici din alte părți ale Europei, distanța și configurația reliefului regional prin caracterul de barieră orografică având influență asupra cantității de precipitații de care beneficiază zona.

presiunea atmosferică														
	unitate de măsură	ian	feb	mar	apr	mai	iun	iul	aug	sep	oct	noi	dec	media multianuală
M_a / lună	mmHg	720.0	719.0	718.5	717.8	717.8	717.8	717.8	718.8	719.3	721.5	720.0	720.0	719.3
	mbar	961.0	959.0	958.0	955.0	957.0	957.0	957.0	958.0	959.0	962.0	960.0	961.0	959.0

Tabel 7. Valorile lunare multianuale ale presiunii atmosferice (intervalul 1983 – 2005 corespunzător coordonatelor 47.7 lat N / 23.9 long E / 495 m altitudine, după www.eosweb.larc.nasa.gov)

Variațiile de presiune pe verticală sunt condiționate de altitudine. Local, cel puțin pentru sectorul montan, presiunea atmosferică înregistrată favorizează apariția ploilor locale în special în perioada aprilie-august, când valoarea medie a presiunii se află sub nivelul critic de 960 milibari. Coroborată cu circulația generală a maselor de aer, obligate la ascensiune orografică dinspre vest și sud-vest, variația presiunii atmosferice explică și cantitatea de precipitații sporită față de zona depresionară.

Izobara de 960 milibari este specifică sectorului de culoar, unde probabil se înregistrează și cele mai frecvente depășiri ale acestei valori în decursul anului, în intervalele ianuarie – martie și septembrie – decembrie. Aportul maxim de precipitații se înregistrează în perioada aprilie – august, în alternanță cu perioade anticiclonale, adeseori caniculare.

Ploile locale au ca factor declanșator tocmai staționarea anticiclonală. Calmul atmosferic și temperatura ridicată a suprafeței active cauzează intensificarea evaporației, formarea unor pelicule noroase convenctive de tip cumulonimbus ceea ce are drept efect ploile de vară însoțite adesea de descărcări electrice.

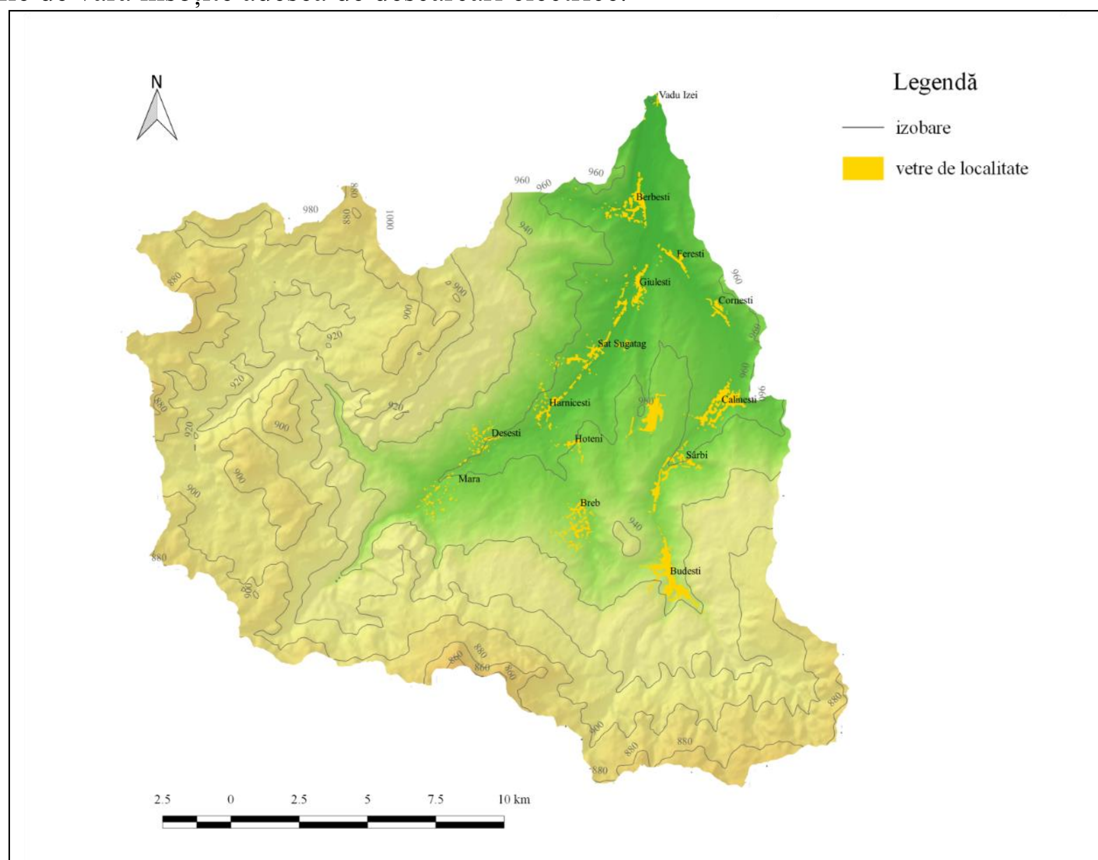


Figura 16. Harta repartiției presiunii atmosferice**

** Formula de calcul utilizată în redarea distribuției spațiale a presiunii atmosferice ia în considerare gradientul de scădere a presiunii de la nivelul mării odată cu altitudinea (http://www.engineeringtoolbox.com/air-altitude-pressure-d_462.html cu adnotări)

$$P_{alt} = (101325*(1-2.25577*10^{-5}*h)^{5.25588})*0.01$$

unde

P_{alt}-presiunea atmosferică în milibari la cota altimetrică h

h – cota altimetrică (în cazul nostru, rasterul cu valorile de altitudine)

- *Vântul*

Vântul, ca manisfestare dinamică determinată de diferențele de presiune atmosferică, se caracterizează prin viteză, direcție, intensitate, frecvență ș.a. Circulația generală a atmosferei, influențată de caracteristicile topografice, determină gradienții de viteză și direcție ai vântului într-un anumit loc. Cu cât relieful va fi mai accidentat, cu atât mai mare va fi influența asupra direcției și vitezei.

Din corelarea informațiilor cu privire la direcția generală a maselor de aer ce tranzitează bazinul, coroborate cu dispunerea generală a reliefului, rezultă o suprapunere a celor două componente, relieful având un rol determinant. Vântul bate cu preponderență din sud-vest, pe o direcție sud-vest – nord-est. Vântul are efect de canalizare pe culoarele de vale și peste anticlinalul Ocna Șugatag. Intersectarea maselor de aer predominante din nord-vest, specifice depresiunii Maramureșului (Popa-Bota, 2003), cu masele de aer de proveniență sudică conduce la plierea celor din urmă pe direcția principală, contribuind astfel la creșterea vitezei către estul depresiunii.

Viteza vântului are ca principal factor determinant caracterul descendent al maselor de aer pe versanții piemonturilor Gutâiului și Marei. Obligate la ascensiune orografică în sectoarele sudice și vestice, unde sunt decărcate cantități însemnate de precipitații (Ilieș, 2006, Filip, 2008), acestea suferă o încălzire catabatică odată cu reducerea altitudinii și creșterea presiunii atmosferice. Deși specific în special zonei alpine, condițiile de formare, precum și unii indicatori de sensibilitate climatică (topirea timpurie a zăpezilor, înflorirea timpurie a copacilor), fac ca vânturile de primăvară de acest tip să fie cunoscute în zonă ca vânturi de tip foehn. Cu cât masele de aer vor avea un conținut mai redus de vapori de apă, cu atât vânturile vor mai uscate și mai calde.

viteza vântului la 50 m înălțime (m/s)														
	unitate de măsură	ian	feb	mar	apr	mai	iun	iul	aug	sep	oct	noi	dec	media multianuală
M_a / lună	m/s	7.4	6.7	4.8	4.6	4.2	5.4	5.3	5.1	6.0	4.9	5.3	7.2	5.6
viteza vântului la 10 m înălțime (m/s)														
M_a / lună	m/s	5.9	5.3	3.8	3.7	3.4	4.2	4.1	4.0	4.8	3.9	4.2	5.7	4.4
diferențe între vitezele vântului la 10 și 50 metri înățime														
M_a / lună	%	-21	-20	-21	-20	-20	-21	-21	-21	-20	-21	-20	-20	-
direcție de bătaie a vântului (azimutul de la direcția N geografic)														
M_a / lună	grade	230	222	215	212	210	224	236	239	243	238	235	234	228

Tabel 8. Viteza vântului pe două trepte de înălțime deasupra suprafeței topografice (intervalul 1983-1993 corespunzător coordonatelor 47.7 lat N / 23.9 long E / 495 m altitudine, după www.eosweb.larc.nasa.gov)

Din corelarea informațiilor cu privire la direcția generală a maselor de aer ce tranzitează bazinul, coroborate cu dispunerea generală a reliefului, rezultă o suprapunere a celor două componente, relieful având un rol determinant. Vântul bate cu preponderență din sud-vest și sud-vest – nord-est.

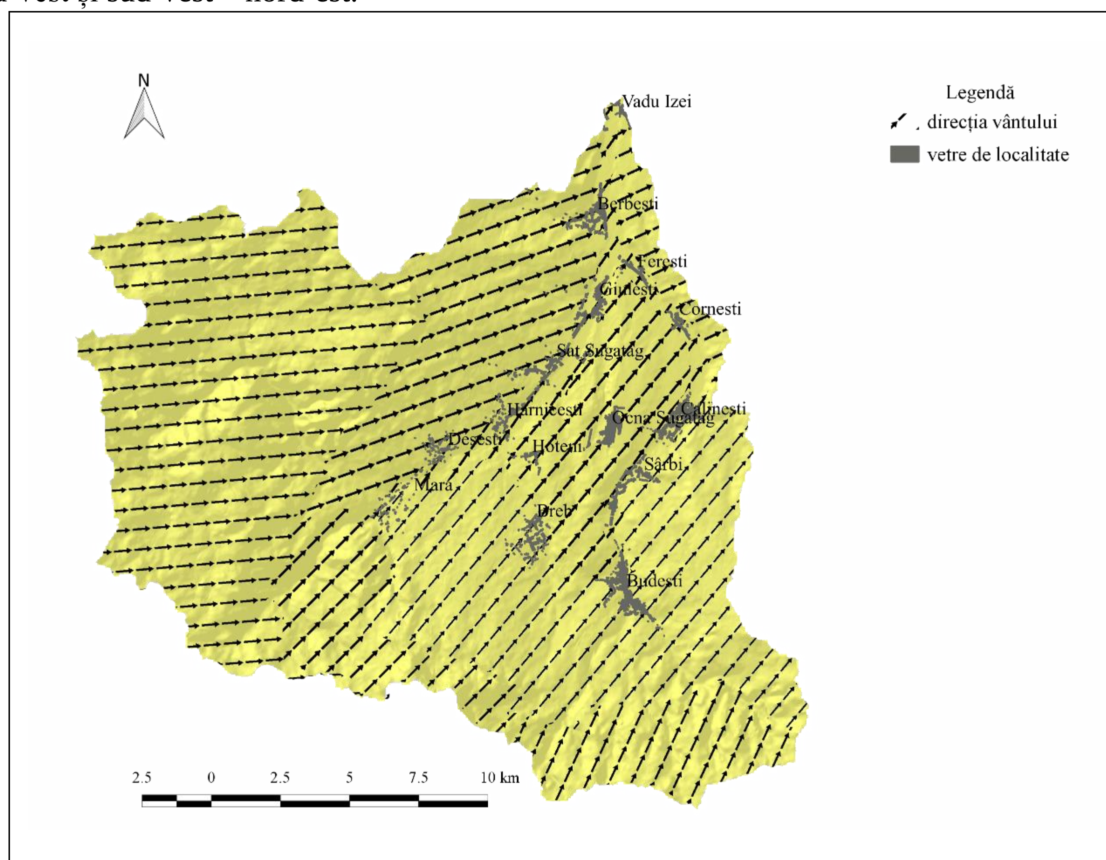


Figura 17. Harta direcțiilor dominante ale vîntului

Vântul are efect de canalizare pe culoarele de vale și peste anticlinalul Ocna Șugatag. Intersectarea maselor de aer predominante din nord-vest, specifice depresiunii Maramureșului

(Popa-Bota, 2003), cu masele de aer de proveniență sudică conduce la plierea celor din urmă pe direcția principală, contribuind astfel la creșterea vitezei către estul depresiunii.

Viteza vântului are ca principal factor determinant caracterul descendent al maselor de aer pe versanții piemonturilor Gutâiului și Marei. Obligate la ascensiune orografică în sectoarele sudice și vestice, unde sunt decărcate cantități însemnate de precipitații (Ilieş, 2006, Filip, 2008), acestea suferă o încălzire catabatică odată cu reducerea altitudinii și creșterea presiunii atmosferice generând astfel efectul de foehnizare. Cu cât masele de aer vor avea un conţinut mai redus de vapori de apă, cu atât vânturile vor mai uscate și mai calde.

Deşi potenţialul energetic eolian prezintă un interes economic în creştere, datele disponibile evidenţiază importante fluctuaţii de tărie (intensitate) şi viteză ceea ce înseamnă că acesta nu constituie o formă de energie geopotențială viabilă în nordul țării.

- *Temperatura aerului*

În urma interacțiunii dintre absorbție și convecție, radiația solară devine factorul determinant determinantul temperaturii aerului și implicit principalul factor climatogenetic. După cum se cunoaște, o parte din radiația solară incidentă este reflectată de către suprafața atmosferei, masele noroase, moleculele de gaz atmosferic și de către suprafața activă în funcție de albedoul acesteia. Radiaţia solară directă este absorbită (în proporţie de 51%) de suprafaţa activă iar aceasta, prin încălzire începe să emită radiaţii infraroşii cu lungime de undă lungă. Practic, radiaţia incidentă se transformă pe această cale în energia internă termică a obiectelor de pe suprafaţa terestră şi a atmosferei inferioare. Temperatura suprafeței terestre și temperatura aerului depind în mare măsură de capacitatea de absorbție a gazelor atmosferice și a diferitelor tipuri de suprafeţe ce diferă între ele prin culoare, şi diferenţe de conductivitate şi capacitate calorică. *Temperatura constituie parametrul care creionează starea energetică a obiectelor la un moment dat,* chiar și a potențialului cinetic, atunci când ne referim la gazele atmosferice.

Pe măsură ce aerul se încălzește, se dilată, își diminuează densitatea (presiunea) și intră într-o mișcare ascendentă, împingând masele de aer din jur și crează lucru mecanic, dar fără acumulare de căldură. În cadrul acestui proces adiabatic, aerul cald cedează energie internă mediului, iar astfel temperatura scade odată cu altitudinea. Curba de temperatură-presiune specifică procesului adiabatic explică în parte legea etajării altitudinale și are un gradient termic vertical de aproximativ 0.65^{o} C. Prezența vaporilor de apă în atmosferă complică procesul de convecție, datorită căldurii latente pe care o conțin.

Temperatura are influență asupra parametrilor fizici cu importanță climatică, de tipul ratei evaporației, a umidității relative, vântului, precipitațiilor, sau a celor biologice. Temperaturile ridicate sunt considerate a fi un adevarat catalizator biologic.

Temperatura medie în sectorul depresionar al bazinului Marei se situează în jurul valorii de *8^{o} C*. În sectorul periferic, respectiv platoul vulcanic Igniș și culmile Gutâi-Văratec, sunt caracteristice izotermele de 4, respectiv 5^{o} C . Aria de contact a părții superioare a piemonturilor cu rama montană este dominată de izoterma de 6^{o} C. Diferențele de temperatură dintre sectorul montan și cel depresionar pot fi explicate prin prisma legii etajării altitudinale, astfel că avem încă un exemplu de condiționare impusă de relief. Lipsa pragurilor bruște de temperatură se explică prin altitudinile scăzute, relieful bazinului fiind unul de altitudine medie.

În privința temperaturilor extreme, s-a considerat oportună introducerea unor date tabelare care redau în locul minimelor sau maximelor absolute (valori cu caracter accidental),

media acestor valori pentru fiecare lună în parte pentru un interval de timp reprezentativ. Minimele sub zero grade sunt caracteristice sezonului de iarnă, în intervalul noiembrie-martie și se situează în jurul valorii de -7º C.

media temperaturilor lunare minime / maxime / / media amplitudinilor la 10 m înălțime														
	unitate de măsură	ian	feb	mar	apr	mai	iun	iul	aug	sep	oct	noi	dec	media multianuală
M_a / min	°C	-9.2	-8.4	-3.2	2.3	7.0	9.6	11.9	12.4	8.6	4.0	-1.7	-7.5	-
M_a / max	°C	-1.5	0.5	7.7	16.7	23.8	27.1	29.9	29.7	23.1	15.1	5.5	-0.7	-
M_a / ampl	°C	3.9	4.5	5.4	5.4	8.4	8.8	9.0	8.7	7.3	5.6	3.6	3.4	-
media temperaturii lunare la 10 m înățime														
M_a / media	°C	-4.6	-3.6	1.2	8.1	13.7	16.6	19.0	18.8	13.9	8.3	1.7	-3.5	7.5
M_a / min	°C	-7.7	-6.9	-2.1	3.5	8.3	10.8	13.2	13.6	9.6	5.0	-0.7	-6.3	3.4
M_a / max	°C	-1.8	-0.4	4.6	12.5	18.7	21.6	23.8	23.8	18.2	11.7	4.2	-1.0	11.4
suma temperaturilor medii zilnice > 18° C														
M_a / lună	nr	0	0	0	0	4	17	50	51	7	0	0	0	129
suma temperaturilor medii zilnice < 18° C														
M_a / lună	nr	704	612	518	298	142	68	29	28	129	297	487	670	3982
suma temperaturilor medii zilnice < 10° C														
M_a / lună	nr	456	386	271	80	9	0	0	0	6	83	249	422	1962
suma temperaturilor medii zilnice < 0° C														
M_a / lună	nr	158	122	41	0	0	0	0	0	0	1	37	129	488
zile cu îngheț														
M_a / lună	nr.	28	24	21	6	-	-	-	-	-	4	16	27	126
punctul de rouă / îngheț la 10 metri înălțime														
M_a / lună	°C	-6.89	-6.14	-2.83	1.69	5.76	8.58	10.0	9.71	6.51	3.30	-1.19	-5.76	-

Tabel 9. Indicatori ai temperaturii aerului la *10 metri deasupra suprafeței topografice* (intervalul 1983-2005 corespunzător coordonatelor 47.7 lat N / 23.9 long E / 495 m altitudine, după www.eosweb.larc.nasa.gov)

Media maximelor depășește pragul de zero grade în lunile noiembrie și martie. Maxima termică este atinsă în lunile de vară, cu o medie de peste 22º C, luni caracterizate și printr-un puternic disconfort termic. Temperaturile ridicate din această perioadă accelerează convecția, conducând la producerea de ploi locale de scurtă durată, însoțite adesea de descărcări electrice.

Introducerea unor indicatori meteorologici cu sensibilitate ridicată îmbunătățește imaginea de ansamblu a specificității climatice a bazinului Marei. Amplitudinile de temperatură de-a lungul unui an impun măsuri de control a temperaturii ambientale din locuințele oamenilor. Suma temperaturilor medii zilnice față de un nivel termic de bază este o reprezentare simplificată a diferențelor de temperatură din afara unei clădiri și sunt utilizate pentru eficientizarea consumului energetic în asigurarea confortului termic. Din păcate, ambiguitatea explicării acestui tip de date, sau chiar interpretarea incorectă, pot conduce la carențe în utilizarea eficace a acestui parametru.

- *Umiditatea, nebulozitatea și precipitațiile atmosferice*

Procesul de condensare a vaporilor de apă dă naștere fenomenelor meteorologice cu impact direct asupra proceselor fizico-chimice și a activităților umane. Limita de retenție a vaporilor de apă într-o masă de aer este condiționată de temperatură. Variațiile regionale privind cantitatea de vapori de apă își au originea în advecția maselor de aer și în procesul de evaporație local.

În organizarea geobiosferei, ciclul hidrologic este considerat un catalizator al autoorganizării bazinelor hidrografice. Deține un rol special în virtutea faptului că reprezintă una din principalele pârghii prin care energia solară este cuplată cu energiile Pământului (Odum, 1996).

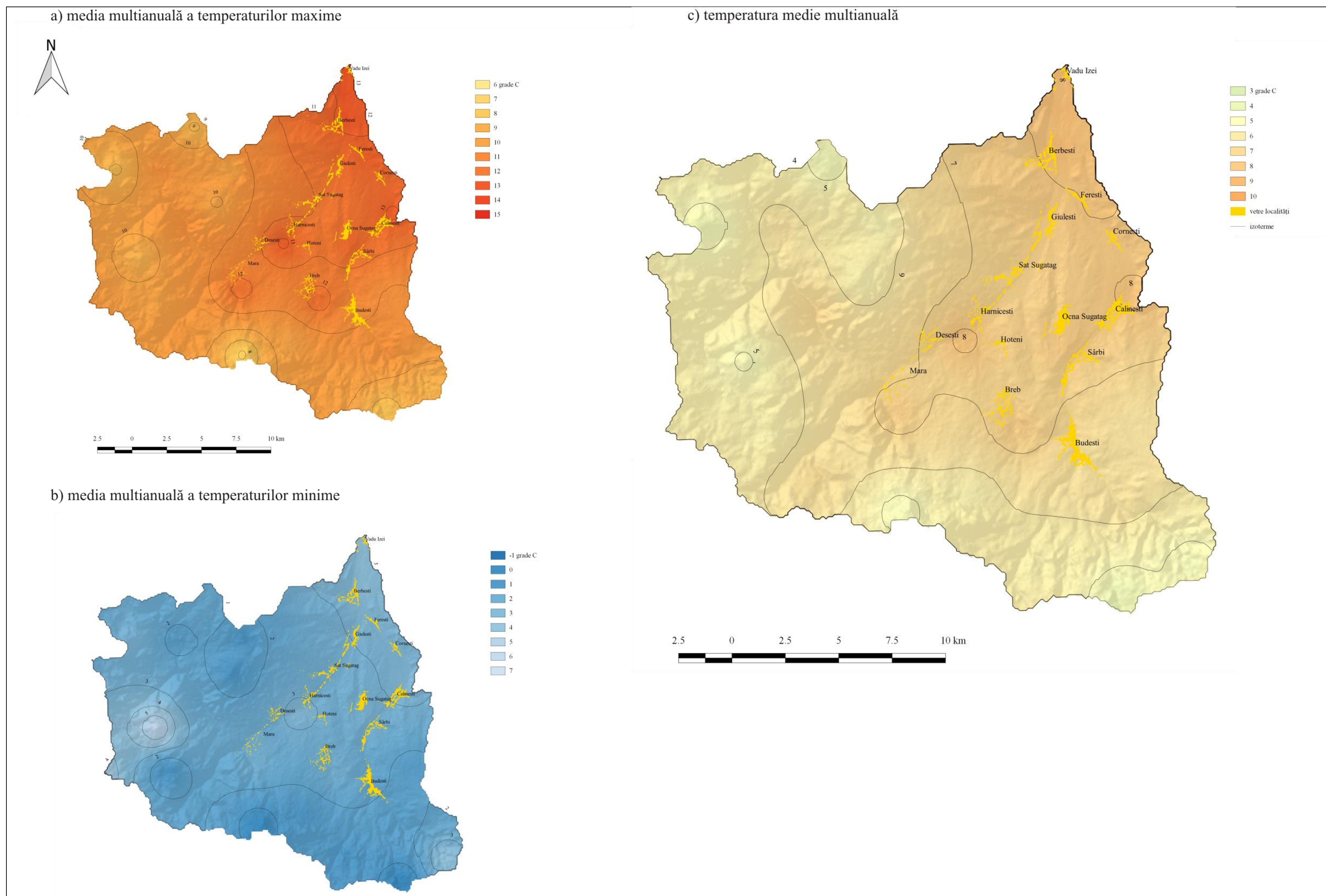


Figura 18. Hărțile temperaturii medii multianuale și a celor maxime respectiv minime multianuale

În bazinul Marei, configurația reliefului joacă un rol determinant în distribuția spațială a multor parametri climatici. Cu toate că bariera orografică blochează intrarea în Depresiunea Maramureșului a maselor de aer dinspre vest și sud-vest, precipitațiile atmosferice se situează în jurul valorii de 700 – 1000 milimetri pe an. Dispunerea altitudinală evidențiază un brâu cu caracter de delimitare a două arii distincte. Izohieta de 800 milimetri traversează bazinul prin aria de contact piemont – munte, suprapunându-se într-o oarecare măsură izotermei multianuale de 6º C. Abrupturile montane sunt puse în evidență printr-o etajare evidentă a cantității de precipitații, unde domnină izohietele de 850 – 1000 de milimetri.

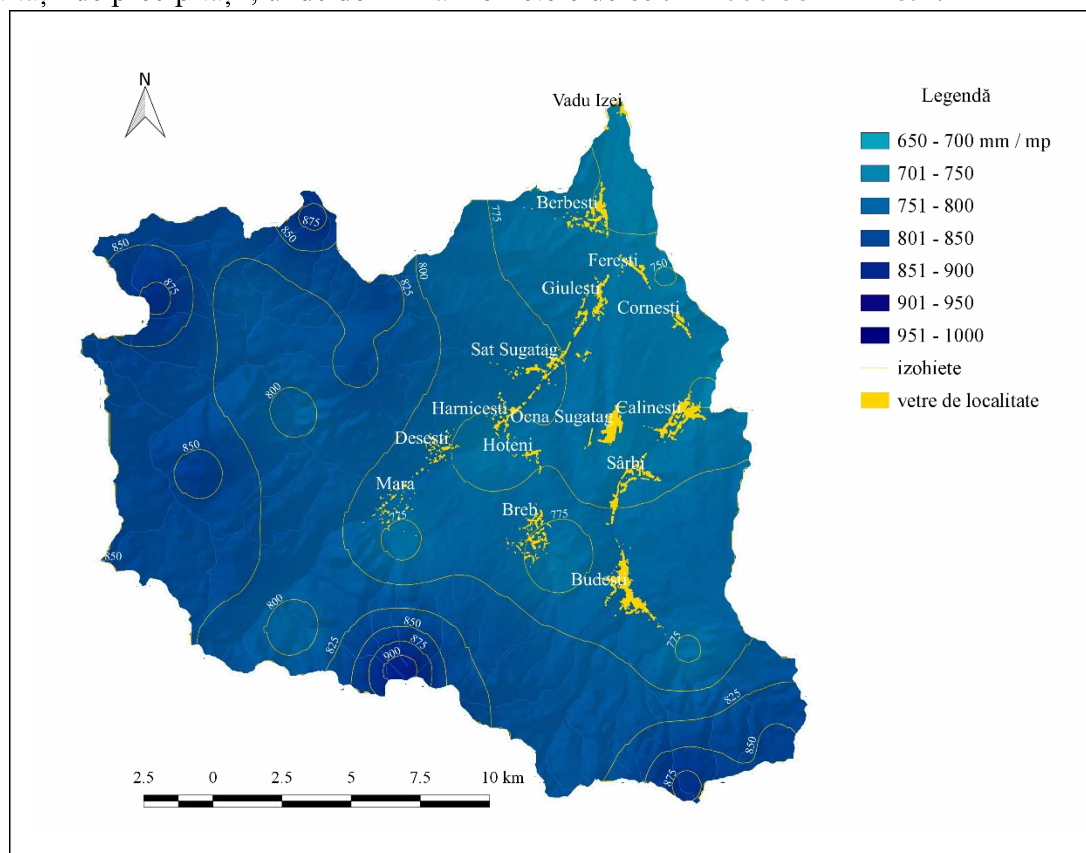


Figura 19. Harta precipitațiilor medii multianuale (intervalul 1950-2000)

Maximul pluviometric este caracteristic perioadei mai – iulie, când și incidența ploilor locale este ridicată, însă potențialul se menține relativ constant, aspect reliefat și din analiza unor factori de morfometrie. Densitatea rețelei de văi, precum și adîncimea fragmentării pun în evidență un aport de precipitații relativ constant, cu variații sezoniere, dar care conturează rețeaua hidrografică ca principalul factor modelator al reliefului.

media precipitațiilor atmosferice**														
	unitate de măsură	ian	feb	mar	apr	mai	iun	iul	aug	sep	oct	noi	dec	media multianuală
M_a / zi	mm/m^2	1.47	1.52	1.30	1.93	2.38	2.82	2.68	2.14	2.17	1.46	1.53	1.69	-
M_a / lună	mm/m^2	45.57	44.08	40.30	57.9	73.78	84.6	83.08	66.34	65.50	45.26	45.90	52.39	704.4
M_a / lună	Joule e+05 / m^2	2.23	2.15	1.96	2.82	3.57	4.13	4.06	3.24	3.20	2.21	2.24	2.55	**3.43 e+06**
umiditatea relativă														
M_a / lună	%	84.9	83.1	76.0	67.1	62.3	62.6	59.7	58.9	63.9	72.7	81.7	84.9	71.4
coloana de apă precipitabilă														
M_a / lună	mm	8.4	8.2	9.5	12.8	17.6	21.6	24.5	23.6	19.1	15.6	11.9	9.3	15.2
gradul de nebulozitate pe timp de zi și pe intervale orare														
M_a / lună	%	67.1	65.9	69.7	71.7	63.0	61.5	55.7	52.2	63.4	60.8	66.6	69.5	63.9
M_a / 00	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
M_a / 03	%	-	-	56.6	61.9	53.9	49.5	47.2	40.9	54.3	-	-	-	

M_a / 06	%	60.4	59.4	61.4	65.7	58.9	57.0	55.2	48.9	59.8	54.8	59.1	61.3	
M_a / 09	%	70.4	68.3	68.9	69.7	63.2	61.5	55.0	47.5	61.4	61.5	72.6	72.1	
M_a / 12	%	72.6	71.2	77.2	77.6	74.0	73.1	65.0	60.0	70.5	66.2	73.7	75.2	
M_a / 15	%	58.4	64.8	71.3	73.8	68.6	68.4	59.9	52.2	62.1	60.5	61.0	62.0	
M_a / 18	%	-	-	61.1	65.6	59.5	59.3	52.0	45.2	54.5	-	-	-	
M_a / 21	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Tabel 10. Parametri privind umiditatea atmosferică (intervalul 1983-2005 corespunzător coordonatelor 47.7 lat N / 23.9 long E / 495 m altitudine (după www.eosweb.larc.nasa.gov)

** Formula utilizată pentru calculul energiei precipitațiilor/m² $E_{p/mp} = (\Omega * 0.001) * Alt_{(max-min)-min} * \rho * g$

Ω – cantitatea medie de precipitații anuale mm/m²/an

$Alt_{(max-min)-min}$ – altitudinea medie a bazinului hidrografic 498,7 m

ρ – densitatea apei 1000 g/l

g – accelerația gravitațională 9,81 m/s

În sprijinul constanței pluviometrice se poate menționa media nebulozității lunare, cu valori aproape identice pe tot parcursul unui an (vezi tabelul 10). Valorile de nebulozitate sunt situate între 50 și 70 %, cu o medie multianuală de aproximativ 64%. Se observă o diferențiere în intensitatea nebulozității în funcție de intervalul orar. Astfel, în lunile de iarnă, gradul de acoperire a cerului are cele mai ridicate valori în prima parte a zilei, până la prânz. În ceea ce privește lunile de vară procentul crește în special după ora 12.

- *Potențialul erozional al apelor meteorice*

Se cunoaște că o parte a proceselor de eroziune în suprafață sunt declanșate de forța picăturilor de ploaie la impactul acestora cu suprafața topografică. Forța se constiuie ca un parametru cuantificabil pe baza considerațiilor privind energia cinetică a precipitațiilor (Whelan, 1980) și este exprimat sub forma unui index de erozivitate, măsurat în multipli de J/ha/an.

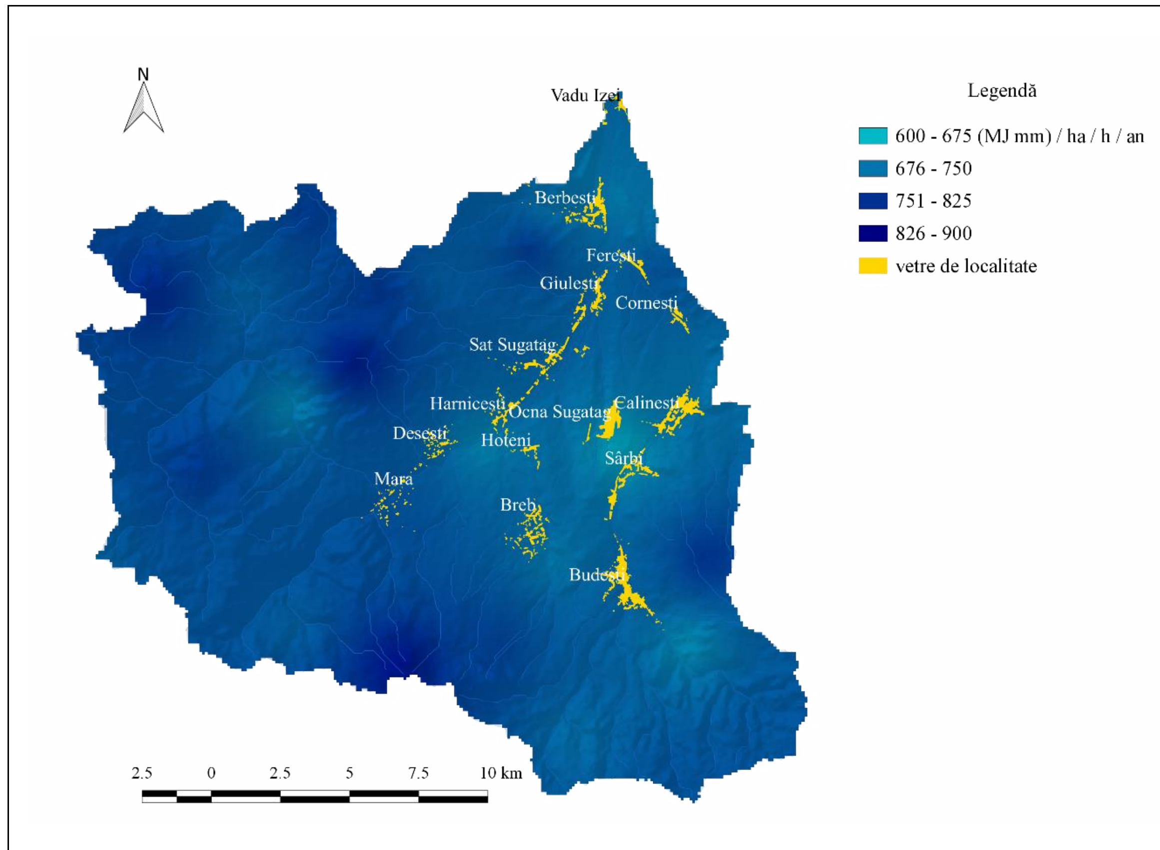


Figura 20. Potențialul de eroziune al precipitațiilor (R factor)

Factorul de erozivitate al ploii reprezintă de fapt o măsură a intensității și a capacității de eroziune a precipitațiilor pe parcursul unui an, și poate fi folosit cu succes în derivarea unor indicatori privind, printre altele, rata de degradare a versanților prin eroziunea solurilor.

În această lucrare, potențialul de erozivitate al apelor meteorice este derivat dintr-un raster obținut pe baza unor medii multianuale calibrate la nivelul întregii Europe, prin armonizarea datelor de precipitații referitoare strict la maximele de intensitate a ploilor pe durata a 30 de minute pentru fiecare episod de furtună (Panagos et al., 2015). Intervalul de monitorizare a parametrilor a fost de aproximativ 17 ani/stație (http://esdac.jrc.ec.europa.eu /themes/rainfall-erosivity-europe).

În bazinul Marei, factorul de erozivitate oscilează între 6.7 – 9.0 E+08 Joule/ha/an, cu valori crescute în special în sectorul montan, acolo unde incidența și, implicit, cantitatea de precipitații sunt superioare arealelor depresionare. Efectul factorului de erozivitate este dependent de oscilațiile sezoniere în distribuția temporală a precipitațiilor, precum și de natura lor. Indicele este valid doar în perioada de primăvară – toamnă, cu un maxim în perioada de vară, întrucât precipitațiile solide din timpul iernii nu posedă acest atribut.

Valorile se situează într-un ecart mediu la scara continentului, unde cele mai ridicate valori se înregistrează în zona mediteraneană, cu ploi de o intensitate mare.

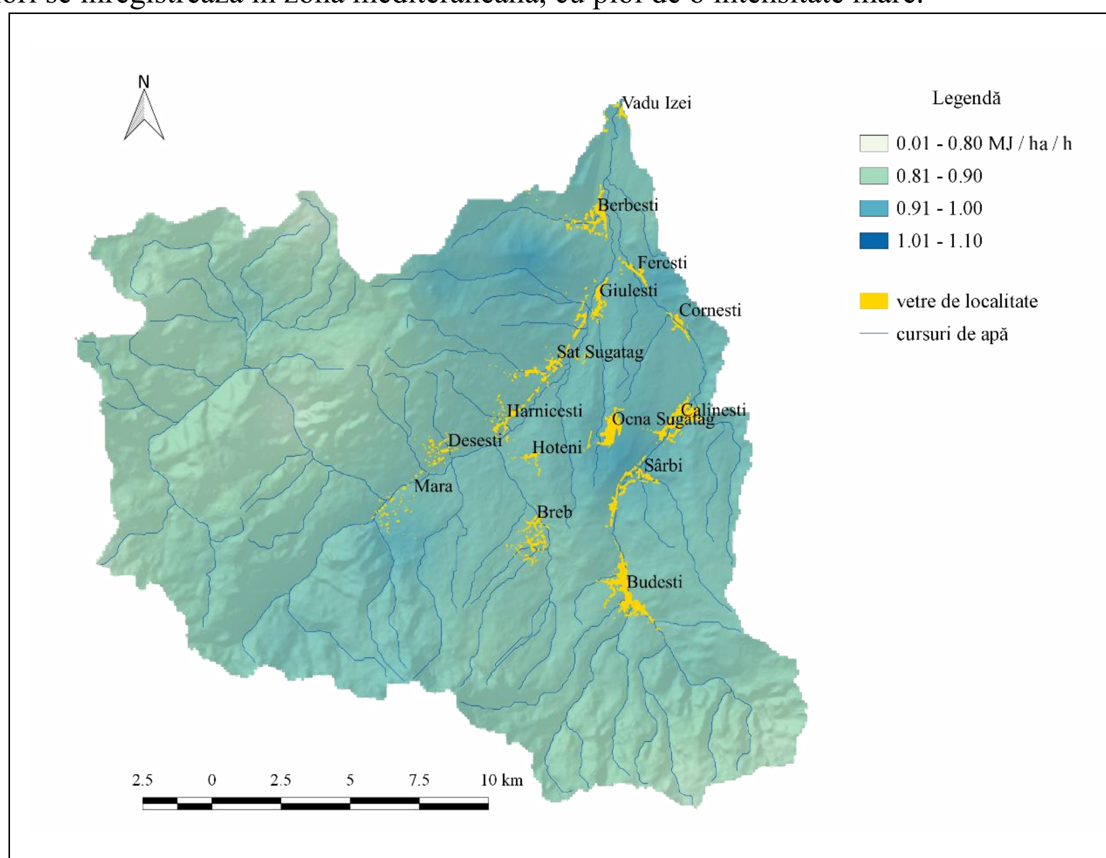


Figura 21. Harta densității factorului de erozivitate al precipitațiilor

Un indicator secundar poate fi derivat cu ajutorul primului pentru exprimarea *indicelui de densitate a erozivității precipitațiilor* (figura 21). Se obține ca fracție dintre factorul de erozivitate al ploii torențiale și cantitatea de precipitații medii multianuale (Kinnel, 2010, citat de Panagos et al., 2015). Valori de 1 sau mai mult ale indicelui sugerează un potențial de eroziune mai ridicat. De asemenea, depășirea cu mult a acestei valori sugerează locații predispuse hazardelor hidrologice. În bazinul Marei densitatea factorului de erozivitate se

situează între 8.0 și 9.0 E+05 Joule/ha/h și reprezintă o valoare moderată. Dacă se pornește de la premisa proporționalității celor doi indicatori, compararea și interpretarea hărților de mai sus (figura 20 respectiv 21) evidențiază o situație oarecum antagonică. Arealele cu potențial de erozivitate accentuat (cele mai înalte sectoare montane, în special sectorul vestic al culmii Gutâiului) nu se suprapun peste cele în care indicele de densitate ar trebui să aibă valori ridicate. În privința densității factorului de erozivitate, valori apropiate de 9.0 E+05 Joule/ha/h caracterizează mai mult spațiul depresionar prin sectoarele mediane ale piemonturilor Marei și Gutâiului, versanții estici ai piemontului fosil Măgura Marei și sectorul sud-vestic al anticlinalului Ocna Şugatag.

- *Caracteristici topoclimatice*

Cu caracter de specificitate locală se impun topoclimatele, determinate de condițiile de relief locale, expunere față de Soare, geodeclivitate. Acestea pot nuanța interpretarea în ceea ce privește aportul termic și pluviometric, precum și diferențierile locale ce pot apărea în distribuția învelișului edafic și vegetal sau a localizării inedite a unor elemente floristice și faunistice.

Astfel, după Ilieș Gabriela (2007, cu adnotări), tipurile de topoclimat din vestul Țării Maramureșului se pot structura după cum urmează:

- *Topoclimatul de platou montan* – corespunzător platoului vulcanic Igniș, caracterizat prin masivitate. Stratul edafic superficial conturat, coroborat cu defrișările sistematice, au făcut loc unei vegetații de pășune extinsă, în alternanță cu pâlcuri de făgete și gorunete. Izoterma medie anuală de 4º C este specifică interiorului platoului;
- *Topoclimatul de culme montană cu orientare nordică și influențe oceanice* – specific sectoarelor înalte ale munților Gutâi și Văratec. Izoterma multianuală de 4º C intersectează culmea Gutâilui, în timp ce izohieta de 1300 mm coboară până la altitudini de 1200 de metri;
- *Topoclimatul de versant nordic* – specific arealului piemontan Gutâi-Văratec, se caracterizează prin umbrire accentuată, izoterma medie anuală de 6º C coborând de la 1000 de metri în vestul arealului la altitudini de 600 de metri. Cantitatea de precipitații se situează în jurul valorii de 1000 de mm pe an;
- *Topoclimatul de versant estic* – corespunde ca extindere spațială treptei de piemont (Piemontului Marei) cu extindere până la Dealul Solovan (structură de piemont fosil aflată în afara arealului de studiu) , fiindu-i specifică izohieta de 1100 mm pe an;
- *Topoclimatul culmilor de anticlinal* – corespunde arealului ocupat de anticlinalul Ocna Şugatag. Deși se impune ca formă pozitivă între cele două râuri principale, primește o cantitate de precipitații mai redusă, însumând un maxim de 900 de mm pe an;
- *Topoclimatul de adăpost* – specific sectoarelor de bazinet depresionar din lungul cursurilor Marei și Cosăului, are ca element predominant calmul atmosferic și inversiunile de temperatură (Ilieş, 2007);

Alte tipuri de topoclimate, dar cu o răspândire areală mai redusă se găsesc în dealurile Călineștiului (de versant nord-vestic).

5.2 Componenta hidrică

Bazinul Marei are ca principali exponenți ai rețelei de drenaj râurile Mara și Cosău, cursuri de apă a căror schițare primară pe alineamentul faliilor a început în epoca pliocenului.

Modelarea spațiului depresionar este strâns corelată cu individualizarea rețelei hidrografice, evoluția văilor continuând în Holocen prin conturarea principalelor lunci și terase fluviale. Terasele s-au constituit ca forme de relief propice pentru amplasarea vetrelor de locuire.

Râul Mara își are obârșia în caldeira de prăbuşire sudică a Munților Igniș, primind ca afluent de dreapta pârâul Râușor pe raza localității Mara. La ieșirea din sectorul montan, râul străbate un defileu tectonic. Pe cursul Runcului, afluentul său de dreapta, este în curs construcția unui baraj din anrocamente. Se unește în aval de Ferești, în dreptul localității Berbești cu râul Cosău, ce-și are izvoarele în jurul altitudinii de 1000 de metri, în sectorul de întrepătrundere a munților Gutâi și Văratec. Cele două cursuri de apă au rolul de vectori ai masei și energiei (Ilieş, 2007) în bazin.

Funcția primară de axa denudațională, cu un debit multianual coroborat de 8,5 m/s (http://www.rowater.ro/dasomes/Draft%20Plan%20Management/Planul%20de%20Management%20al%20spatiului%20hidrografic%20SomesTisa/Cap%203%20Caracterizare%20ape%20de%20suprafata_DA%20Somes%20-%20Tisa.pdf), și o pantă medie de aproximativ 30‰ (media aritmetică a pantelor medii ale cursurilor Marei și Cosăului), a fost dublată de funcția secundară de transport. Rețeaua de transport rutier se suprapune în mare parte rețelei de drenaj și poate fi considerată un adevărat subsistem de axe structurante, orientând fluxurile antropice și imprimând anumite caractere spațiului (Ilieș, 2007).

5.2.1 Resursele de apă de suprafață

Orientarea generală a reliefului pe direcția sud est se reflectă în modul de dispunere a rețelei hidrografice. Trăsăturile configuraţiei reliefului joacă un rol vital în tipologia scurgerii hidrologice (Schomberg et al., 2005). Rețeaua hidrografică orientează fluxurile de energie și materie în sistem prin văile celor două axe denudaționale ale bazinului. Obârșia celor două râuri principale se află eruptivul Neogen, continuându-se în depozitele sedimentare pe o traiectorie fără bariere morfologice importante sau praguri apărute în zona de alternanță geologică. Orientarea generală este influențată de nivelul de bază regional al colectorului principal, râul Tisa, cea mai importantă axa structurantă a Țării Maramureșului. Orientarea rețelei hidrografice s-a supus comenzii tectonice, în special în sectorul de amonte unde, atât cursul Marei cât și al Runcului, trădează grefarea pe falii tectonice.

Întreaga rețea hidrografică își are obârșia în interiorul bazinului, situaţie similară cu cea din Țara Oașului (Ilieș, 2006), unde niciun râu nu tranzitează arealul. Aproape întreaga cantitate de apă provine din sistemul atmosferic, aportul subteran, cel puțin pentru sectorul depresionar, fiind neglijabil datorită adâncimii mari a acviferelor.

Debitele constante, specifice arealelor montane cu precipitații bogate, au fost valorificate transformând energia potențială și cinetică a apei în energie mecanică prin intermediul instalațiilor hidraulice. Acestea reprezintă elemente de specificitate istorică și mai există, cu totul izolat, doar pe valea Cosăului.

Resursele principale de apă potabilă provin din scurgerea de suprafață. Captări în zona de obârșie a izvoarelor Marei și Cosăului, în bazine de recepție de altitudine, asigură alimentarea cu apă a unor localități ca Ocna Şugatag, Budești sau Desești.

Privind caracteristicile morfometrice ale rețelei hidrografice de suprafaţă, râurile se caracterizează printr-o pantă medie de 22‰ în cazul cursului Marei, respectiv de 38‰ pentru râul Cosău. Efectele sunt semnificative în ceea ce privește viteza de scurgere și profilul transversal al râurilor, cu lunci și terase înguste pe cursul Cosăului. Energia de relief se face simțită în sezonul de primăvară, când crește riscul torențialității.

Informațiile reprezentând aspectele morfometrice sugerează că bazinul Marei, prin trăsăturile suportului geologic în special, face parte dintr-un areal caracterizat prin valori ridicate ale scurgerii hidrologice. Acest aspect conturează o rețea de văi densă, cu valori de 1-1,5 km/km^2 și un grad de adâncire în general moderat.

curs de apă	punct hidrometric	bazin hidrografic					$P_{‰}$	$S_{decimal}$	Q m^3/s	Q l/s/km^2	V mil/m^3
		S - km^2	$m_{alt (m)}$	alt_{amonte}	alt_{aval}	L_{km}					
Mara	Mara	155	901	1140					4.56	29.4	143.9
	Vadu Izei	410	749		281	38	22	2.16	8.62	21.0	271.9
Cosău	Ferești	116	744	1260	307	25	38	1.25	2.26	19.9	19.9

Tabel 11. Caracteristicile morfometrice și hidrologice ale râurilor Mara și Cosău (intervalul 1968-2006, surse: date spațiale prelucrare în Quantum GIS / *Raportul de mediu pentru obiectivul: Plan de gestionare a Deșeurilor – Județul Maramureș, 2009 / Horvath et al., 2011*).

Alimentarea preponderent pluvio-nivală creează în debutul primăverii un potențial pericol manifestat prin viituri. Aspectele meteorologice și de climă menționate în subcapitolul precedent explică debitele ridicate ale celor două râuri principale din această perioadă. Foehnizarea reprezintă unul din factorii care pot influența creșterea debitelor pâraielor din interiorul bazinului, prin topirea rapidă a zăpezilor de pe platoul Igniș și de pe versanții piemonturilor.

Infiltrarea are loc parţial, în funcţie de constituţia litologică. Aceasta poate fi accelerată de vegetația forestieră, dar și prin fisurile rocilor compacte, datorate pe de-o parte tectonicii, pe de altă parte, la o scară redusă, proceselor de dezagregare fizică. O infiltrație pronunțată are loc în depozitele piemontane pleistocene precum și în depozitele aluviale holocene formate din pietrișuri, bolovănișuri și nisipuri. Geodeclivitatea și gradul de fragmentare redus al acestor suprafețe permit infiltrarea și canalizarea apei într-un prim strat freatic aflat la 3-10 metri adîncime, exploatat în sistem tradiţional, *dar cu un nivel piezometric sensibil la oscilațiile sezoniere*.

Deși prezintă debite relativ oscilante, râurile sunt exploatabile ca resursă motrice pentru acționarea instalațiilor țărănești, însă nu pot fi utilizate ca resursă de apă potabilă.

În lipsa sistemelor de colectare și epurare a apelor uzate în gospodăriile populației, acestea sunt deversate în râuri. Astfel, înspre aval, concentrația de poluanți crește. Asemeni Țării Oașului, prin poziția ocupată, așezările se află în raporturi variabile de dependență / independență privind gestionarea judicioasă a apei (Ilieş, 2006). Resursele de suprafață sunt utile în alimentarea cu apă potabilă doar în zona de amonte, într-un ecart altitudinal de 700-800 de metri, unde au fost amenajate bazine de colectare a pâraielor și care alimentează localitățile racordate la acestea. Ocna Șugatag reprezintă un exemplu în acest sens, prin existența unui bazin de recepție la poalele Munților Gutâi, pe afluenții Cosăului și a unuia în Piemontul Marei care asigură necesarul de apă potabilă pentru aproximativ 90% din locuitori. Budești și Desești sunt alte două localități care asigură alimentarea cu apă potabilă în sistem centralizat pentru aproximativ 20-30% din locuitorii comunelor.

- *Potențialul de eroziune a versanților*

Scurgerea în suprafață, având în vedere caracteristicile litologice, prezintă un potențial erozional substanțial asupra versanților. În cadrul acestei lucrări, s-a încercat o determinare

aproximativă a potențialului de eroziune a versanților prin aproximarea energiei potențiale raportate la unitatea de lungime a cursurilor de apă (Bagnold, 1960).

Parametrii de geomorfometrie analizați în capitolul al IV-lea au fost utilizați pentru generarea unui set de date raster care să surprindă capacitatea de scurgere pe versanți și în albii a apei. Procedeul a urmărit linearitatea scurgerii pixelilor "din unul în altul", pe măsura descreșterii în altitudine. Practic, pixelii modelului digital al terenului cu valori de altitudine mai mici vor recepta o cantitate mai ridicată de "informație" decât cei aflați pe o treaptă altitudinală superioară. Calculul acestui tip de potențial devine util în evidențierea arealelor expuse riscului eroziunii de versant prin procesele clasice de splashing, creep, scurgere a materialelor detritice, alunecări de teren. *În calcularea indicelui se pornește de la un model simplist, fără inserarea variabilelor de infiltrare, evapotranspirație și gradul de acoperire cu vegetație, în care se presupune că toată cantitatea de apă meteorică se va scurge pe versanți* (http://gis4geomorphology.com /hillslope-erosion-potential/) iar mai apoi în albiile râurilor. Indicele evidențiază capacitatea relativă de eroziune a apelor de ploaie la suprafața versanților, în funcție de carateristicile morfometrice ale acestora, după formula:

$$\Omega = (\rho * g * Q * S) *T$$

Ω – potențialul relativ de eroziune al versanților Joule
ρ – densitatea apei 1000 g/l
g – accelerația gravitațională 9.81 m/s
T – timpul s/an

Q – raster reprezentând acumularea scurgerii în bazinul Marei ponderat printr-un alt raster - cantitatea medie multianuală de precipitații m/m^2/an (include factorul S).

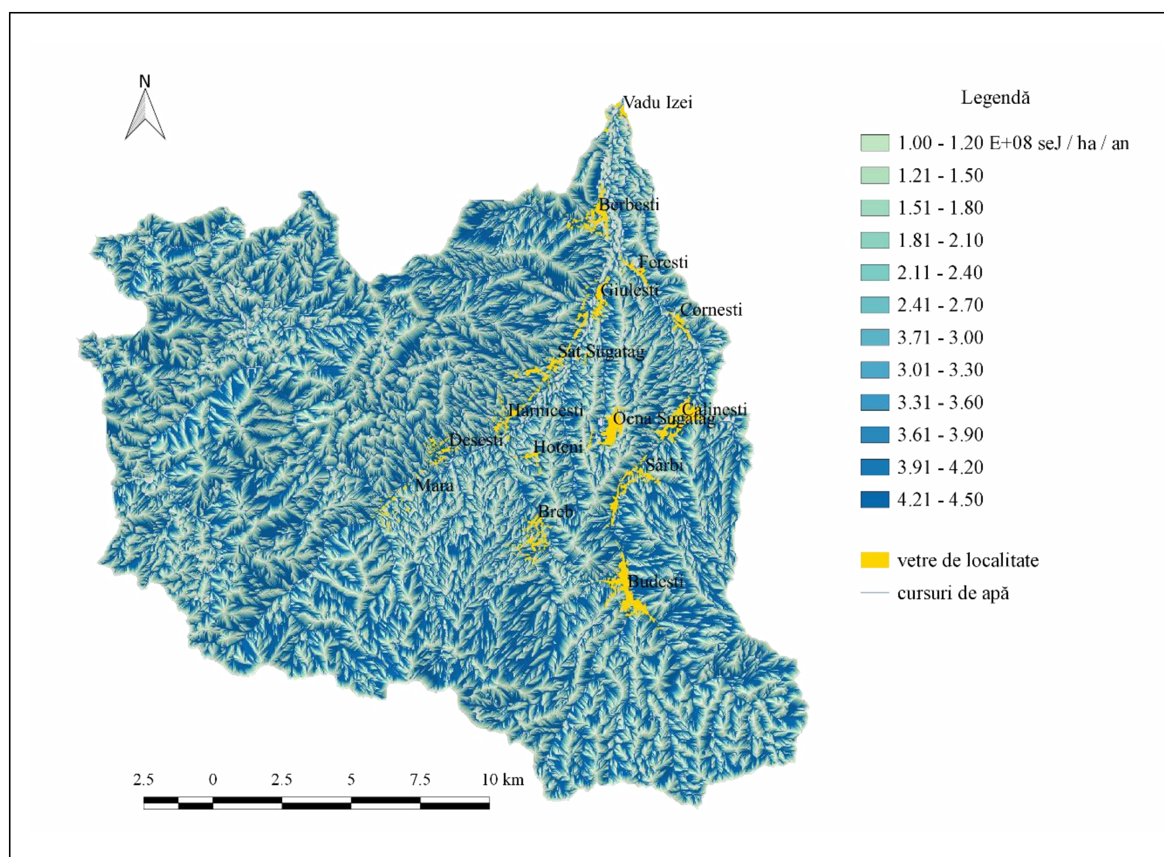


Figura 22. Harta potențialului mediu anual de eroziune al versanților

Interfluviile sub forma culmilor netede și largi prezintă un risc redus la eroziune. Aceasta se manifestă începând cu a doua treime a versanților, intensificându-se până la baza acestora, în special pe suprafețele ce prezintă concavități. Pe acestea, potențialul maxim (4.50E+08 Joule/ha/an) de eroziune este atins prin trecerea de la eroziunea în suprafață la cea

concentrată în canale elementare de scurgere, de tipul rigolelor și al ravenelor. Acest indicator are un grad relativ de relevanță întrucât acțiunea erozivă asupra versanților se manifestă în special în timpul episoadelor de ploi torențiale.

5.2.2 Resursele de apă subterane și freatice

În privința resurselor de apă subterane, acestea sunt în strânsă corelație cu dispunerea litologică. Depozitele sunt cantonate în sectorul de depresiune, la mare adâncime, în strate eocen-miocene. Depozitele au caracter fisural, aspect datorat influenței activității neotectonice (după http://www.rowater.ro/dasomes/Planul%20de%20management%20al%20spatiului%20hidrografic%20Somes/Anexe_Planul%20de%20Management%20al%20SH%20Somes-Tisa%202 016-2021.pdf).

Alimentarea din surse de apă subterană este nesemnificativă. Forajele executate în perimetrul bazinului Marei, la Călinești, au scos în evidență „un complex grezos" pe intervalele de 135-160 m și 191-216 m, cu un debit maxim de 0.3 l/s. Apele au caracter bicarbonatat, calcic, magnezian și sodic, însă debitul redus face ca posibilitățile de alimentare din aceste surse să fie ca și inexistente.

Depozitele cuaternare, în special cele holocene, cantonează pânze apă freatice. Din acest punct de vedere, actuala amplasare pe culoarele de vale a așezărilor maramureșene permite formularea ipotezei conform căreia, în lipsa unui sistem centralizat de aducțiune de apă în majoritatea localităților, coroborată cu poluarea cursurilor înspre aval, necesarul de apă potabilă al populaţiei este satisfăcut din aceste surse. Apele freatice sunt exploatate de către populație prin intermediul fântânilor sau prin foraje de uz casnic. Putem astfel adăuga încă un factor important în evidențierea implicațiilor configurației reliefului privind condiționările cadrului natural asupra factorului antropic.

6. CARACTERISTICI BIOPEDOLOGICE ÎN BAZINUL MAREI

6.1 Învelișul edafic

Având în vedere complexitatea formării stratului edafic ca produs de sinteză între compușii abiotici, climă, hidrografie, viețuitoare, s-a considerat oportună abordarea acestui subiect important într-un subcapitol distinct.

Strânsa interrelaționare geocomponentală, precum și efectele repartiției edafice asupra răspândirii zonale a vegetației, a terenurilor pretabile agriculturii, influențează distribuția în teritoriu a factorului uman. Prin raportare la spațiul maramureșean, văile principale reprezintă spațiile de cantonare a terenurilor agricole. Solurile superioare calitativ din aceste sectoare au influențat de timpuriu dezvoltarea unei agriculturi seculare, stând la baza unui așa-numit agrosistem (Drăguț, 2000).

6.1.1 Tipuri genetice de sol

În general, solul este considerat o resursă de mare valoare, și, din păcate, neregenerabilă, deoarece timpul de refacere depășește două secole (Brown, 2001). În bazinul Marei resursele de sol de bună calitate sunt limitate la câteva areale din sectorul de luncă, pe terasele fluviale și pe versanții cu declivitate redusă. Prin faptul că populația locală se bazează încă pe o economie agrară, această resursă devine cu atât mai importantă.

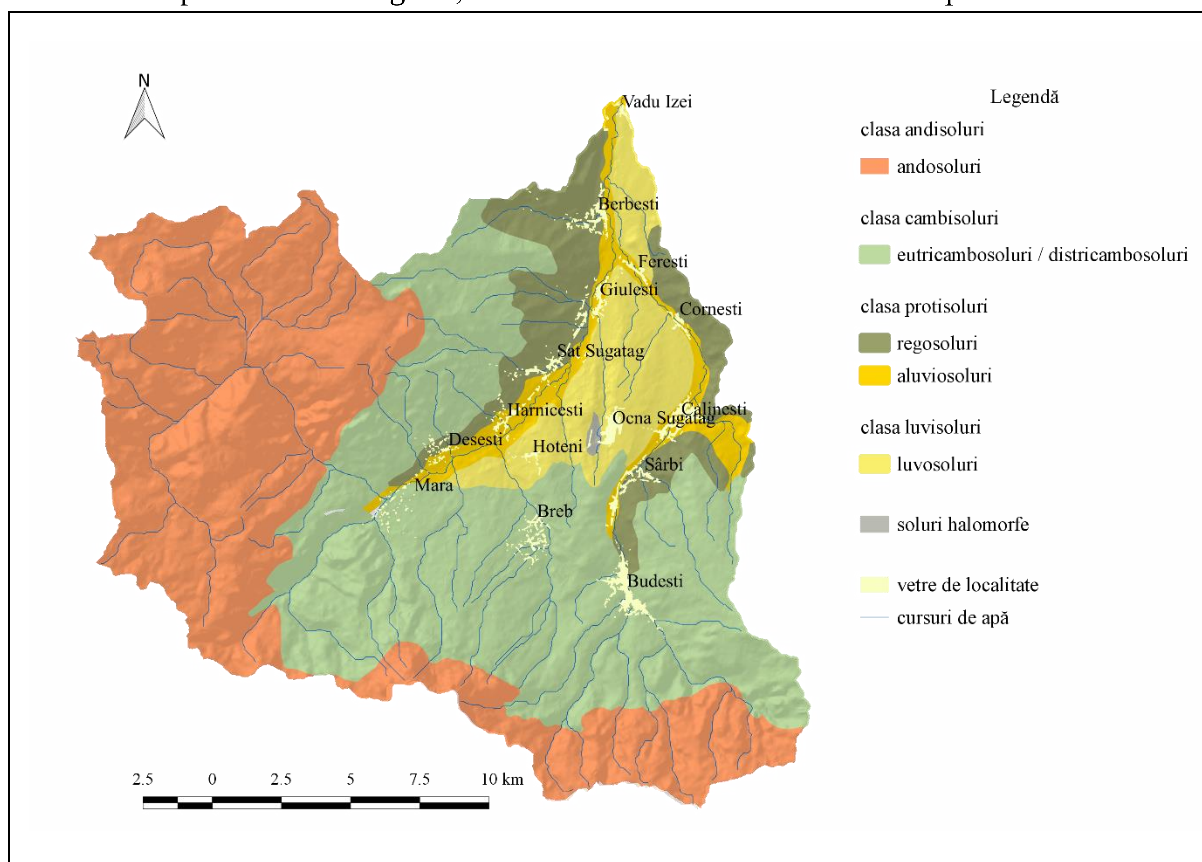


Figura 23. Harta repartiției solurilor predominante în bazinul Marei (după harta pedologică a României 1:500.000, 1971, STRS 2012)

Resursele de sol din bazin sunt amenințate prin declanșarea unor procese erozionale naturale, accelerate prin practici agrare ineficiente sau de unele intervenții antropice

iresponsabile (defrișări necontrolate, drumuri forestiere neamenajate corespunzător, drumuri de căruță ce traversează perpendicular curbele de nivel ș.a.). O detaliere a riscului la eroziune a solului este prezentată în capitolele următoare.

Prin interpretarea hărților pedologice după criteriile Sistemului Român de Clasificare a Solurilor (2012) și a literaturii de specialitate, se disting următoarele categorii edafice:

- *andosoluri* (clasa andisolurilor)

Cu un orizont slab dezvoltat, predomină la altitudini de peste 800 de metri. S-au format pe rocile vulcanice ale platoului Igniș, munților Gutâi, Văratec precum și pe roci în asociație cu acestea, fiind susceptibile la eroziune în special pe sectoarele ocupate cu pajiști secundare.

- *eutricambosoluri / districambolosuri* (clasa cambisolurilor)

Caracteristice etajului submontan, reprezintă clasa cea mai răspândită de soluri la nivelul depresiunii Maramureșului (Popa-Bota, 2003). S-au dezvoltat bine în piemonturile Marei, Gutâiului și Văratecului. Subunitățile deluroase de la contactul cu arealul piemontan sau din continuarea acestuia - Măgura Mara, dealurile Călineștiului - sunt expuse unei eroziuni accentuate datorită unui relativ exces de umiditate. Amintim faptul că subunitățile de relief menționate anterior se impun în peisaj ca unități puternic fragmentate. Districambosolurile corespund etajului făgetelor, structura agregatelor minerale, precum și conținutul de nutrienți făcându-l pretabil culturilor agricole. În arealul de studiu, se pretează pomiculturii, dar și anumitor culturi agricole în rotație, potențial valorificat de sute de ani în în bazinul Marei prin practica agroterasării;

- *luvosoluri* (clasa luvisolurilor)

Formate în principal pe terenuri cu declivitate redusă, ocupă un sector relativ izolat. Având un caracter intermediar, sunt repartizate cu preponderență peste depozitele aluvial proluviale ale anticlinalului Ocna Șugatag. Pe această subunitate de relief luvosolurile se află în asociație cu solurile din clasa cambisolurilor. Conținutul ridicat de nutrienți, mineralogia eterogenă și drenajul bun le fac potrivite pentru preluarea în cultură (http://www.fao.org /docrep/00 3/y1899e/y1899e12.html). Suprafețele slab înclinate de pe versantul nord-estic sunt utilizate ca terenuri pentru fânețe;

- *regosoluri* (clasa protisolurilor)

Sunt specifice versanților caracterizați prin valori mari ale coeficientului de declivitate din zona de bază a piemontului Marei sau a cuestei Călineștiului. Fiind puternic însoriți, în aceste zone potențialul erozional este ridicat.

- *aluviosoluri* (clasa protosolurilor)

Favorizează exploatarea agricolă în special pe culoarul de vale al Marei, în de luncă și pe terasele de confluență cu râul Iza.

- *soluri halomorfe*

Apar cu totul izolat, s-au format în condiții excepționale pe raza butonierei de la Ocna Șugatag prin efectele induse de apele sărate ale lacurilor antropomorfe.

6.1.2 Conținutul de carbon și materie organică

Solul, prin componentele sale de carbon și materie organică, reprezintă o formă de stocaj energetic de maximă importanță și contribuie fundamental la funcționarea unui

teritoriu. Ontl consideră materia organică de o importanță capitală pentru însăși funcționarea societății umane (Ontl et al., 2012). Cu cât conținutul de materie organică va fi păstrat în limita valorilor normale, sau chiar îmbogățit, cu atât o serie de parametri precum retenția de apă, productivitatea primară a vegetației naturale, a culturilor agricole vor înregistra rezultate îmbunătățite. Efectele se vor resimți prin îmbunătățirea structurii cuverturii edafice și implicit, prin reducerea riscului de expunere la eroziune (Ontl et al., 2012). Din punct de vedere al circuitului global al carbonului, conținutul din soluri reprezintă un procent considerabil din carbonul sechestrat în formele de stocaj ale ecosistemelor terestre. Unii experți consideră că solurile reprezintă chiar principalul rezervor de stocaj al carbonului (Lal, 2008). Gestionarea nechibzuită a resurselor de sol conduce la degradarea acestora și la eliberarea carbonului în atmosferă.

Pentru fiecare categorie edafică majoră s-au întreprins o serie de calcule algebrice specifice surprinse în tabelele de mai jos și care redau, pe lângă suprafața de distribuție, coeficienți medii cu privire la conținutul de carbon organic, precum și de materie organică din sol. Informațiile tehnice au fost extrase din literatura de specialitate (Batjes, 1996). Desigur, în realitate, aceste valori oscilează în funcție de evoluția și maturitatea solurilor.

Andosolurile reprezintă în general o categorie de soluri formate prin meteorizarea rocilor vulcanice și despre care se consideră că au o vulnerabilitate scăzută la eroziunea prin acțiunea apei (Wischmeier et al., 1971, citat de Armas et al., 2004). Pe fondul acțiunii antropice și prin factorii de morfometrie, gradul de expunere la eroziune poate să crească. Cantitatea medie de materie organică pentru primul orizont edafic, până la circa 30 de centimetri adâncime, se situează în jurul valorii de 49 de tone/ha (vezi tabelul 12). Valorile ridicate de conținut de materie organică conferă fertilitate solurilor, în special andosolurilor dezvoltate pe un material parental din lave bazice, însă fixarea fosfaților (http://www.isric.org/sites/default/files/majorsoilsoftheworld/set3/an/andosol.pdf) ridică probleme la preluarea în cultură.

crt	item	unități standard de măsură	date	referințe
1	**ANDOSOLURI**			
	suprafață totală	ha	1.64E+04	
	densitatea medie / m^3	g/m^3	7.30E+05	Batjes, 1996
	densitatea medie / ha	g/ha	7.30E+09	
	andosoluri - strat superior 0-30 cm			
	conținutul mediu de carbon organic 0-30 cm	g/kg	1.14E+01	Batjes, 1996
		g/m^2	2.50E+03	
		g/ha	2.50E+07	
	conținutul de materie organică 0-30 cm	g/ha	4.99E+07	
	andosoluri strat mediu 0-100 cm			
	conținutul mediu de carbon organic 0-100 cm	g/kg	2.54E+01	Batjes, 1996
		g/m^2	1.84E+04	
		g/ha	1.84E+08	
	conținutul de materie organică 0-100 cm	g/ha	3.71E+08	

Tabel 12. Volumetria solurilor de tip andic

Solurile din clasa cambisolurilor, reprezentate în bazinul Marei prin districambosoluri și eutricambosoluri, sunt într-un stadiu de tranziție către solurile mature ca vârstă și apar cu preponderență în arealele cu surplus de precipitații dar pe suprafețe topografice care permit scurgerea areolară. După conținutul de materie organică în primul orizont de circa 41 tone la hectar (vezi tabelul 13), se pretează activităților agricole. În bazinul Marei sunt valorificate prin agricultura mixtă – terenuri arabile / suprafețe de pășunat.

crt	item	unități standard de măsură	date	referințe
2	**EUTRI / DISTRICAMBOLOSURI**			
	suprafață totală	ha	1.61E+04	
	densitatea medie / m^3	g/m^3	1.36E+06	Batjes, 1996
	densitatea medie / ha	g/ha	1.36E+10	
	strat superior 0-30 cm			
	conținutul mediu de carbon organic 0-30 cm	g/kg	5.00E+00	Batjes, 1996
		g/m^2	2.04E+03	
		g/ha	2.04E+07	
	conținutul de materie organică 0-30 cm	g/ha	4.08E+07	
	strat mediu 0-100 cm			
	conținutul mediu de carbon organic 0-100 cm	g/kg	6.90E+00	Batjes, 1996
		g/m^2	9.38E+03	
		g/ha	9.38E+07	
	conținutul de materie organică 0-100 cm	g/ha	1.88E+08	

Tabel 13. Volumetria solurilor din clasa cambisoluri

Luvosolurile (în asociație cu cele din clasa cambisolurilor), încorporează un conținut de materie organică mult mai redus, de până la 30 de tone la hectar (vezi tabelul 14) pentru același orizont de sol. Se pretează la utilizare în scop agricol pe versanții nord-estici ai anticlinalului Ocna Șugatag răspândire mai având culturile agricole în alternanță cu fânețe.

crt	Item	unități standard de măsură	date	referințe
3	**LUVOSOLURI**			
	suprafață totală	ha	2.95E+03	
	densitatea medie / m^3	g/m^3	1.54E+06	Batjes, 1996
	densitatea medie / ha	g/ha	1.54E+10	
	luvosoluri - strat superior 0-30 cm			
	conținutul mediu de carbon organic 0-30 cm	g/kg	3.10E+00	Batjes, 1996
		g/m^2	1.43E+03	
		g/ha	1.43E+07	
	conținutul de materie organică 0-30 cm	g/ha	2.86E+07	
	luvosoluri strat mediu 0-100 cm			
	conținutul mediu de carbon organic 0-100 cm	g/kg	6.50E+00	Batjes, 1996
		g/m^2	1.00E+04	
		g/ha	1.00E+00	

	conținutul de materie organică 0-100 cm	g/ha	2.00E+08	

Tabel 14. Volumetria luvosolurilor

Terenurile pe care s-au dezvoltat *regosoluri* sunt expuse unui risc crescut de eroziune, în special datorită structurii acestora, dominată de materialul parental puternic meteorizat și de influența climatică. Matricea structurală are coezivitate redusă, ceea ce influențează capacitatea de retenție a apei în sol și prin urmare, duce la creșterea riscului de eroziune pe suprafețele cu declivitate mare. De asemenea, deficitul de retenție face ca, în zonele cu precipitații ce însumează până la 1000 de milimetri pe an, practicarea agriculturii să aibă nevoie de aportul irigațiilor. În bazinul Marei acest tip de sol nu se pretează la utilizare agricolă și este recomandabilă împădurirea acestora în vederea combaterii eroziunii.

crt	item	unități standard de măsură	date	referințe
4	**REGOSOLURI**			
	suprafață totală	ha	2.16E+03	
	densitatea medie / m^3	g/m^3	1.51E+06	Batjes, 1996
	densitatea medie / ha	g/ha	1.51E+10	
	regosoluri - strat superior 0-30 cm			
	conținutul mediu de carbon organic 0-30 cm	g/kg	3.10E+00	Batjes, 1996
		g/m^2	1.40E+03	
		g/ha	1.40E+07	
	conținutul de materie organică 0-30 cm	g/ha	2.81E+07	
	regosoluri strat mediu 0-100 cm			
	conținutul mediu de carbon organic 0-100 cm	g/kg	5.00E+00	Batjes, 1996
		g/m^2	7.55E+03	
		g/ha	7.55E+07	
	conținutul de materie organică 0-100 cm	g/ha	1.51E+08	

Tabel 15. Volumetria regosolurilor

Presiunea antropică este exercitată în special asupra aluviosolurilor, ce întrunesc cele mai bune condiții pentru preluarea în cultură. Solurile din această categorie prezintă un grad ridicat de fertililate naturală, având un conținut de materie organică de circa 32 de tone la hectar (vezi tabelul 16).

Sub aspectul răspândirii, în sectoarele de amonte ocupă fâșii înguste, paralele cu albia minoră. În sectorele de aval, predomină în special în lunca râului Mara. Din punct de vedere textural, spre exteriorul luncii, solurile prezintă o granulație tot mai fină.

crt	item	unități standard de măsură	date	referințe
4	**ALUVIOSOLURI**			
	suprafață totală	ha	2.57E+03	
	densitatea medie / m^3	g/m^3	1.40E+06	Batjes, 1996
	densitatea medie / ha	g/ha	1.40E+10	
	aluviosoluri strat superior 0-30 cm			

	conținutul mediu de carbon organic 0-30 cm	g/kg	3.80E+00	Batjes, 1996
		g/m^2	1.60E+03	
		g/ha	1.60E+07	
	conținutul de materie organică 0-30 cm	g/ha	3.19E+07	
	aluviosoluri strat mediu 0-100 cm			
	conținutul mediu de carbon organic 0-100 cm	g/kg	9.30E+00	Batjes, 1996
		g/m^2	1.30E+04	
		g/ha	1.30E+08	
	conținutul de materie organică 0-100 cm	g/ha	2.60E+08	

Tabel 16. Volumetria aluviosolurilor

6.1.3 Susceptibilitatea la eroziune a solului

Ca orice alt material solul este expus acțiunii factorilor exogeni, devenind vulnerabil la acțiunea acestora, mai ales datorită gradului redus de coeziune. Ca forță energetică cu potențial eroziv asupra cuverturii edafice se distinge energia precipitațiilor prin forța și intensitatea splash-ului, alături de acțiunea scurgerii în suprafață ce afectează în principal pătura superficială de sol și a celei liniare, cu efect în profunzimea profilului.

Susceptibilitatea la eroziune se traduce pritr-un coeficient de erodabilitate, cunoscut în literatura de specialitate ca și factorul K. Acesta este derivat din proprietățile texturale, structurale și compoziționale ale diferitelor categorii de solului (http://esdac.jrc.ec. europa.eu/ themes/soil-erodibility-europe), în condiții de stres similare (http://mepas.pnnl.gov/mepas/ formulations/source_term/5_0/5_32/5_32.html). După cum s-a menționat anterior, conținutul ridicat de materie organică în sol reduce substanțial susceptibilitatea la eroziune prin acțiunea apei. Conținutul optim pentru fiecare categorie se poate evidenția empiric, prin observarea în peisaj a vegetației forestiere. În lucrarea de față, *susceptibilitatea la eroziune a solurilor este derivată dintr-un raster obținut pe baza unei formule de agregare a valorilor medii a unor parametri de bază – conținutul de materie organică, textura, permeabilitatea etc.*

Detalierea unor caracteristici de bază ale solurilor în subcapitolul precedent a evidențiat faptul că distribuția de materie organică, în ciuda diferențelor structurale și texturale, se încadrează într-un ecart de valori apropiat, ceea ce conduce la o distribuție relativ omogenă a potențialului de rezistivitate la eroziune. Cu toate acestea, se observă din nou o dublă zonare în perimetrul bazinului (vezi fig. 24). Arealele cele mai predispuse la eroziune prezintă un orizont de sol de peste 50-100 de centimetri, preluate în cultură, atât în culoarele de vale, cât și în sectoarele de versant piemontan sau pe versanții agroterasați. Sectorul piemontan superior, încă acoperit de vegetație forestieră, alături de sectorul montan, înregistrează valori mai reduse ale acestui coeficient. Potențialul maxim de eroziune, conform indicatorului, se situează în jurul valorilor generale de 20-35 kg de sol la hectar. Coroborarea aspectelor de morfometrie, a indexului de management al terenurilor, precum și cele privind potențialul erozional al precipitațiilor duc la nuanțarea susceptibiltății de eroziune a solului și implicit, la lărgirea ecartului de valori, de la câteva kilograme, la câteva tone la hectar. În lucrarea de față, factorul K a fost extras prin prelucrarea unui raster cu rezoluție de 500 m ce sintetizează valorile indicelui la nivelul Europei (Panagos et al., 2014).

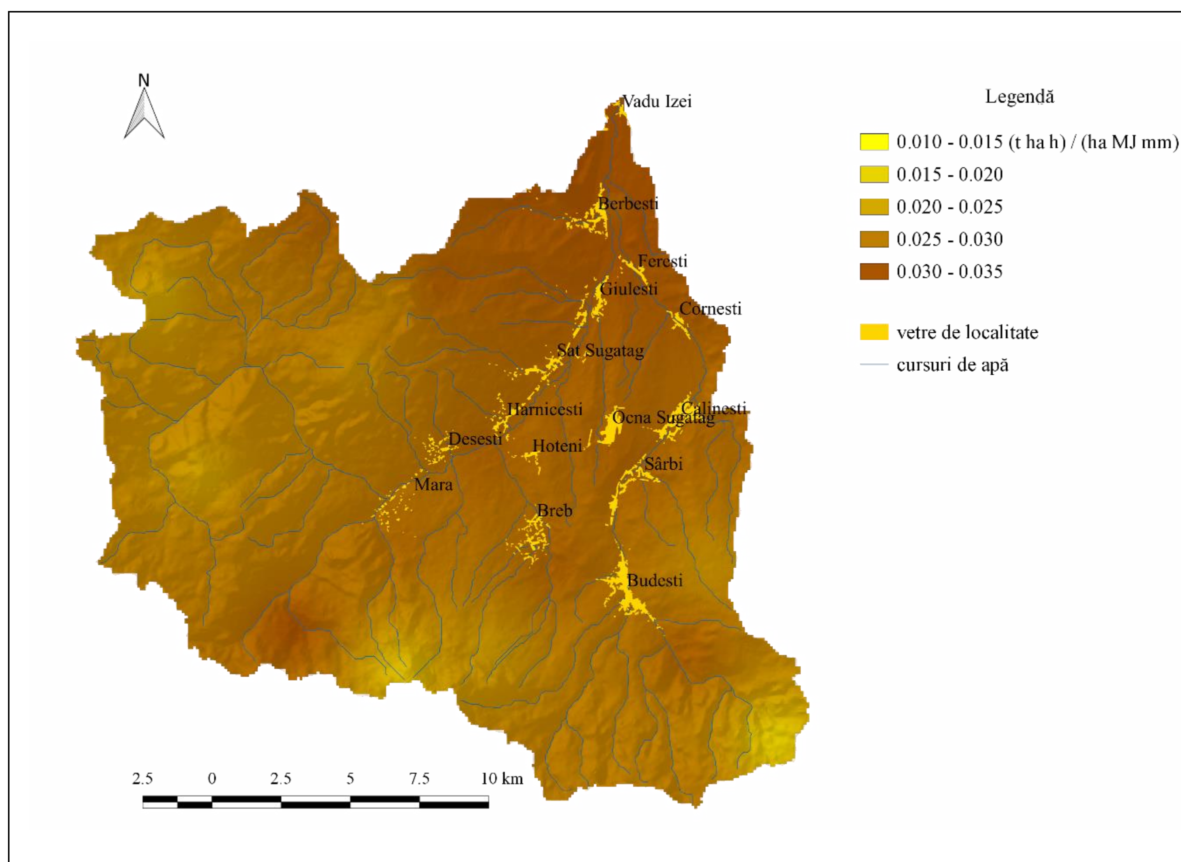


Figura 24. Harta susceptibilității la eroziune a solurilor

6.1.4 Solurile – resurse energetice de tip stoc

Numeroase studii, în special cele de factură environmentală subliniază importanța pe care o au solurile în buna funcționare a unui teritoriu. În funcție de perioadă sau de orientarea preocupărilor, primele încercări de clasificare a solurilor **ca formă de capital natural**, din punctul de vedere al serviciilor pe care le oferă, au fost întreprinse de către Daily (Daily et al., 1997, citat de Hester, et al., 2012), urmate de altele cu orientare înspre protecția cuverturii edafice supusă practicilor agricole. Organizația pentru Agricultură și Alimentație (FAO), pe fondul presiunii demografice exercitate asupra tuturor tipurilor de resurse, subliniază faptul că, pe termen lung, practicile agricole intensive nu sunt sustenabile. Așadar, valorizarea resurselor pedologice prin cuantificarea serviciilor ecosistemice furnizate și alocarea celor mai bune practici de management, pot conduce la un echilibru care ar putea să contribuie la conservarea acestei resurse.

Studiile mai recente pun accentul asupra analizei disociate, cantitative și calitative a componentelor de bază ale solului după principiul că acesta, ca și formă de capital natural, este definit ca *stoc de substanță, energie și organizare (informație)*.

Unul din cele mai apreciate componente cantitative, pe baza căruia se pot face aproximări cu privire la calitatea solului este conținutul de carbon organic, prin derivata sa, materia organică. Aceasta constituie principala sursă de energie a solurilor și are un rol primordial în menținerea integrității structurale a masei edafice, implicit a rezilienței la eroziune și în conservarea capacității de retenție a apei (Hester et al., 2012).

categorie	unități standard de măsură (masă / energie)	tipuri de sol				
		ANDOSOLURI	EUTRICAMBOLOLURI DRISTRICAMBOSOLURI	LUVOSOLURI	REGOSOLURI	ALUVIOSOLURI
suprafață totală	ha	1.64E+04	1.61E+04	2.95E+03	2.16E+03	2.57E+03
conținutul specific de energie a materiei organice	Kcal/g	5.40E+00	5.40E+00	5.40E+00	5.40E+00	5.40E+00
	J/kcal	4.19E+03	4.19E+03	4.19E+03	4.19E+03	4.19E+03
STRAT SUPERIOR 0-30 CM						
conținutul de materie organică 0-30 cm	g/ha	2.28E+08	1.00E+08	6.20E+07	6.20E+07	7.60E+07
conținutul de energie în materia organică 0-30cm / ha	J/ha	5.15E+12	2.26E+12	1.40E+12	1.40E+12	1.72E+12
energie materie organică / suprafață	**J**	**8.46E+16**	**3.65E+16**	**4.14E+15**	**3.03E+15**	**4.41E+15**
EMERGIE / ha**	**seJ / ha**	**3.81E+17**	**1.67E+17**	**1.04E+17**	**1.04E+17**	**1.27E+17**
EMERGIE / suprafață**	**seJ**	**6.26E+21**	**2.70E+21**	**3.06E+20**	**2.24E+20**	**3.26E+20**
STRAT MEDIU 0-100 CM						
conținutul de materie organică 0-100 cm	g/ha	5.08E+08	1.92E+08	1.92E+08	1.00E+08	1.86E+08
conținutul de energie în materia organică 0-100 cm / ha	J/ha	1.15E+13	4.34E+12	2.94E+12	2.26E+12	4.20E+12
energie materie organică / suprafață	**J**	**1.88E+17**	**7.01E+16**	**8.68E+15**	**4.88E+15**	**1.08E+16**

Tabel 17. Determinarea stocurilor de energie / **emergie** a materiei organice, pe categorii de sol specifice
** UEV (transformitatea) pentru materia organică din sol (0-30 cm) – 7.40E+04 sej/J (după Brown, 2001)

Mai sus sunt redate reperele cantitative ale conținutului energetic și emergetic al materiei organice din solurile specifice bazinului Marei. De remarcat este faptul că materia organică este concentrată în special în primul strat edafic, de până la 30 de centimetri, cel mai important pentru agricultură. Diferențele structurale, de origine și de vârstă impun diferențieri de până la zece ori mai mari între categorii (vezi conținutul de materie organică al andosolurilor – tabelul 12). Desigur, aspectele calitative privind chimismul solurilor, de morfometrie a suprafeței topografice influețează pretabilitatea acestora pentru agricultură. Cantitățile însemnate de materie organică sugerează conservarea acestora prin practicile agricole seculare, unde până și fertilizarea se face în mod natural. Lipsa mecanizării poate fi privită aici ca un factor pozitiv, întrucât în cazul terenurilor supuse unei agriculturi intensive, conținutul de carbon este risipit în atmosferă într-un ritm accelerat. Cantitățile însemnate de materie organică din sol pot reprezenta o oportunitate prin valorificarea acestora ca terenuri propice *culturilor agricole energetice.*

6.2 Învelișul vegetal primar

Element de reper din categoria resurselor de tip stoc, învelișul vegetal reprezintă resursa cea mai vulnerabilă a sistemului teritorial bazinal al Marei. Discontinuitățile impuse prin exploatările forestiere au avut consecințe directe asupra structurii și texturii solului, proceselor geomorfologice actuale, stabilității versanților, precum și din prisma capacității de furnizare de servicii ecosistemice etc.

La nivel european statisticile scot în evidență o tendință lentă dar ascendentă privind creșterea suprafețelor împădurite (http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Forestry_statistics_in_detail). Situația din bazinul Marei, urmărită prin gestiunea nechibzuită a acestor resurse, evidențiază faptul că pădurile maramureșene sunt o resursă amenințată.

Acest aspect este observabil la nivelul dinamicii spațiale a suprafețelor forestiere, printr-o retragere constantă a limitelor sale (vezi tabelul 19 și figura 25). Pentru anul 2012, suprafețele împădurite însumau aproximativ 13.000 de hectare (vezi tabelul 18).

clase de vegetație	**S = ha 2012**	**%**
CLC 311 – păduri de foioase	8821	21.5
CLC 312 – păduri de conifere	856	2.4
CLC 313 – păduri de amestec	3325	7.9
CLC 324 – păduri de tranziție	5740	14
CLC 231 / 321 – pajiști primare și secundare	10618.2	25.9
CLC 222 – terenuri cu livezi	179.8	0.4
CLC 242 – suprafețe cu tipar complex de cultivare	4368	10.6
CLC 243 / 211 – suprafețe ocupate în principal cu terenuri agricole	1907.8	4.6
CLC 131 – suprafețe de extracție roci în carieră	82.4	0.2

Tabel 18. Ponderea claselor de vegetație conform datelor LandCorine 2012

Utilizarea lemnului ca sursă de energie a constituit dintotdeauna principalul factor motivațional al exploatării acestuia. Pe fondul oscilațiilor de prețuri la alte categorii de combustibili fosili, presiunea asupra suprafețelor forestiere este în creștere peste tot în lume. Cu atât mai mult, acest efect este resimțit în bazinul Marei, deoarece dependența față de masa lemnoasă ca principală sursă de combustibil termic este totală.

6.2.1 Dinamica fondului forestier

Datele LandCorine pentru anul 2012 (vezi figura 25) pun în evidență areale omogene de păduri compacte de făgete, conifere sau de amestec în sectorul înalt din vestul Țării Maramureșului iar izolat, pe sectoarele colinare. Cele mai împădurite areale ocupă baza abruptului vulcanic Igniș, cu extindere spre nord-est la baza sectorului piemontului Marei. Munții Gutâi și Munții Văratec prezintă areale bine împădurite.

La baza munților Igniș și Gutâi se individualizează o fâșie cu caracter de tranziție dinspre terenurile valorificate economic prin agricultură, pomicultură sau pășuni, înspre păduri. Tranziția se face printr-o fâșie de pădure rarefiată în alternanță cu sectoare despădurite, ocupate de pajiști secundare. Eliminarea arboretului va echivala cu formarea unui etaj al pajiștilor de sine stătător (Ilieș, 2007).

clase de vegetație	dinamică 1990 - 2000		suprafață 2000	dinamică 2000-2006		suprafață 2006	dinamică 2006 - 2012		suprafață 2012
	+	-	ha	+	-	ha	+	-	ha
CLC 311 păduri foioase	102.3	53	10432	-	1611	8821	-	-	8821
CLC 312 păduri conifere	-	34.9	407.2	454.8	-	862	-	6	855.9
CLC 313 păduri de amestec	-	-	2994	331	-	3325	-	-	3325
CLC 324 păduri de tranziție	-	-	9638	3898	-	5740	-	-	5740

Tabel 19. Dinamica fondului forestier în perioda 1990-2012 (prelucrare după datele LandCorine pentru anii 1990, 2000, 2006 și 2012)

Intervențiile antropice au caracter centrifug. Observatorul poate diferenția arealele cu un puternic impact antropic la baza vetrelor de localitate din depresiune și “împingerea” centurilor agricole tot mai mult înspre sectorul montan Interpretarea informațiilor cartografice reprezentate în figura 25 este edificatoare în acest sens.

Extinzându-se în plan altitudinal, în continuare se conturează arealele de alternanță păduri – pășuni. Sectoarele din zona intermediară depresiune – munte sunt ocupate de păduri compacte de făgete. Sectoarele de culme ale acestor munți de altitudine medie sunt ocupate de pajiștile secundare. Într-o notă optimistă, retragerea masivă a pădurilor maramureșene nu este lipsită de efecte pozitive. Specificitatea patrimoniul cultural material al Maramureșului se bazează pe *încărcătura semiotică* dată materialului lemnos.

O excepţie o constituie prezența pădurii Crăiasca, în vecinătatea localității Ocna Șugatag, pădure protejată prin lege. Repartiția în teritoriu a arealelor ocupate de asociații forestiere în bloc sau intermediare, precum și alternanța cu sectoarele antropizate, mențin din punct de vedere vizual impresia unui echilibru de ansamblu.

De departe, intervalul 2000 – 2006 a reprezentat un apogeu al exploatărilor forestiere în bazinul Marei. Cele mai afectate au fost pădurile de foioase care au suferit o retragere masivă, cu pierderea a peste 1600 de hectare de masă forestieră (vezi tabelul 19). Într-adevăr, activitatea de extragere a masei forestiere a presupus în multe cazuri rărirea pădurilor, dar într-atât încât din punct de vedere metodologic, după clasificările LandCorine, suprafețele respective au fost introduse într-o altă categorie de vegetație. Un exemplu edificator este sectorul de pădure ce ocupa două treimi din Piemontul Marei până la începutul anilor 1990 și care, prin constanța exploatărilor forestiere, a trecut până în anul 2000 în categoria pădurilor în asociație cu arbuşti. Începând cu 2006, pe fondul aceleași practici, întregul sector a trecut în categoria terenurilor ocupate cu pășuni secundare, livezi, terenuri arabile și pâlcuri de pădure (vezi figura 25). Masa forestieră este reprezentată în respectiva clasă printr-un procent de maxim 15%.

Per ansamblu, cele mai afectate areale au fost în acea perioadă sectoarele de la baza piemonturilor, unde limitele fondului forestier s-au retras continuu.

Pentru mult timp, masa lemnoasă a fost considerată o resursă regenerabilă, datorită faptului ca posedă capacitatea de regenerare a stocului pe parcursul câtorva decenii. Ritmul alert de exploatare a acesteia o transformă din punctul nostru de vedere, cel puțin pe plan local, într-o resursă energetică neregenerabilă.

În calculul conținutului energetic al masei forestiere s-a ținut cont, de asemenea, de procentul estimativ de masă forestieră, în special foioase, prezentă în alte categorii de vegetație. Chiar dacă reculul fondului forestier se ridică, anual, la circa 160 de hectare, masa forestieră in situ amasează un stoc imens de energie, comparabil cu fluxul de energie regenerabilă în sistem.

6.2.2 Fondul forestier – resursă energetică de tip stoc

Fondul forestier constituie principala resursă de energie și materie primă, ușor accesibilă în zona de studiu. Principalul rezervor energetic este reprezentat de către pădurile de foioase, formate în principal din arbori aparținând speciilor fagului, stejarului, frasinului, mesteacănului și paltinului.

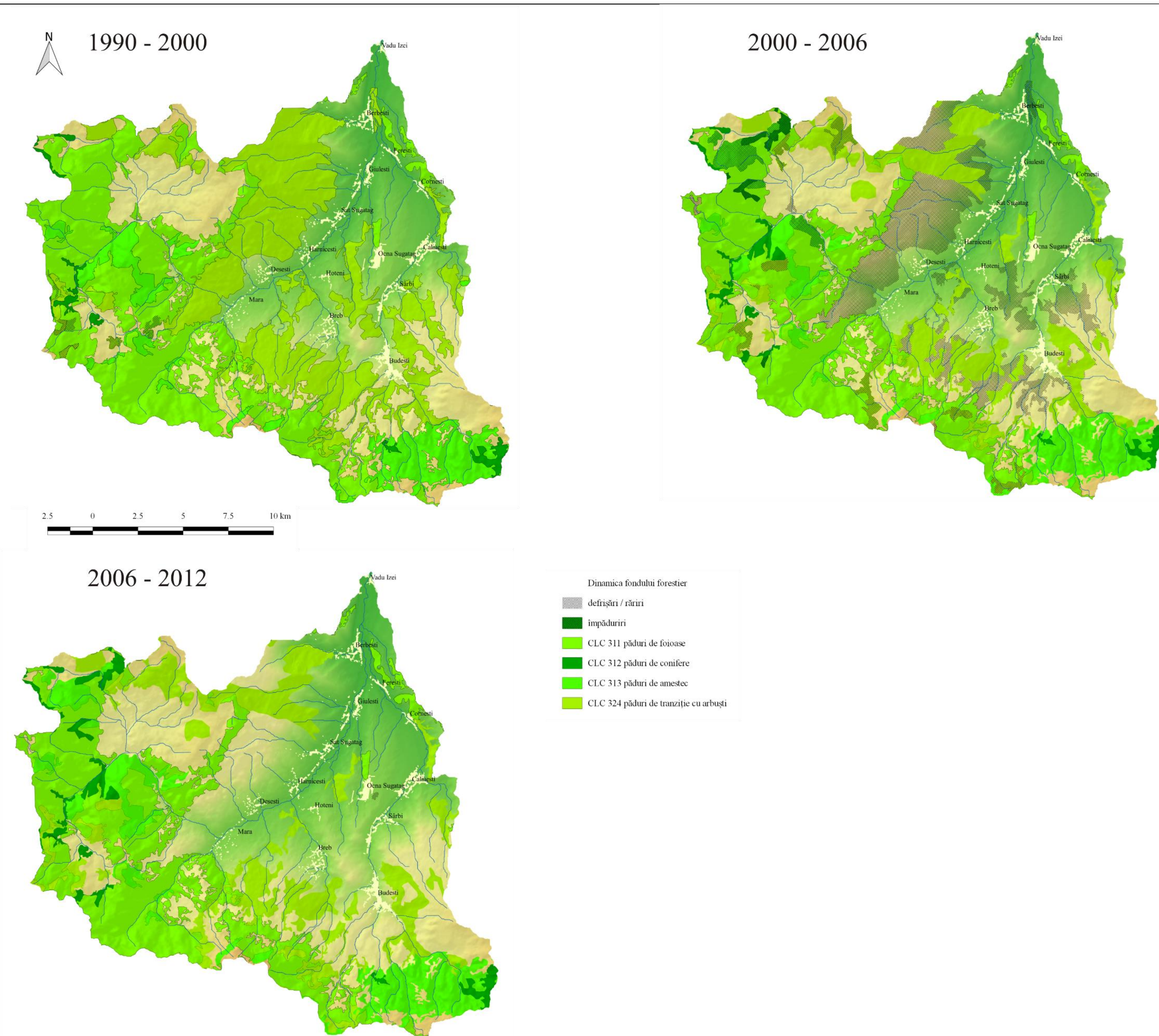


Figura 25. Hărțile dinamicii fondului forestier în perioada 1990 – 2012 (CLC – Corine Land Cover)

Din punct de vedere al serviciilor ecosistemice de care societatea beneficiază, pădurile joacă un rol însemnat prin capacitatea naturală de regularizare a regimului precipitațiilor, a îmbunătățirii calității solurilor prin aportul de materie organică, de protecție împotriva eroziunii. Importanța resurselor forestiere este evidențiată cantitativ prin valoarea emergetică a stocului masa lemnoasă. Suprafețele de pădure de foioase, cele mai reprezentative de altfel, la nivelul anului 2012, încorporau un stoc de emergie de peste 3.01 E+20 seJ (vezi tabelele 21 şi 22).

	item	**unități standard de măsură**	**date**	**cantitate energie J**	**UEV sej /J**	**emergie seJ**	**referințe**
Resurse forestiere diponibile local (stocuri în 2012)		**g**	**4.83E+12**	**9.10E+16**	**4.11E+03**	**3.74E+20**	Mellino, 2014
	suprafață forestieră totală	ha	2.03E+04				LandCorine 2012
	capacitatea medie de recuperare anuală	m^3/an	1.13E+05				
		g/ha/an	7.86E+10	1.48E+15			
	densitatea medie a lemnului în pădure	g/m^3	9.76E+05				
	conținutul mediu de apă al lemnului	%	8.78E+01				
	densitatea medie a lemnului uscat	g/m^3	5.22E+05				
	densitatea caloric specifică	Kcal/g	4.50E+00				
	conținutul energetic specific	J/g	1.88E+04				
	CLC 311- Păduri de foioase TOTAL	**g**	**3.97E+12**	**7.48E+16**	**4.11E+03**	**3.07E+20**	Mellino, 2014
	Suprafață TOTAL	**ha**	**1.60E+04**				
1	**CLC 311 – păduri de foioase**	g	2.18E+12	**4.11E+16**			
	suprafață	ha	8.82E+03				LandCorine 2012
	capacitatea de regenerare anuală estimată	m^3/ha/an	5.60E+00				romsilva.ro
		g/ha/an	6.38E+06				
	densitatea medie a lemnului în pădure	g/m^3	1.14E+06				
	volum mediu estimat	m^3/ha	2.17E+02				
		g/ha	2.47E+08				
	densitatea medie a lemnului uscat	g/m^3	6.44E+05				
	volum mediu estimat	m^3/ha	2.17E+02				
		g/ha	1.40E+08				
2	**Păduri de foioase din CLC 324**	**g**	**8.52E+11**				
	60% din suprafață	ha	3.44E+03				LandCorine 2012
3	**Păduri de foioase din CLC 3**	**g**	**9.27E+11**				
	32.5% din suprafață	ha	3.75E+03				LandCorine 2012
4	**Păduri de foioase din CLC 3**	**g**	**8.59E+09**				
	2% din suprafață	ha	3.47E+01				LandCorine 2012
5	**CLC 312 – păduri de conifere**	**g**	**1.57E+11**	**2.96E+15**	**4.11E+03**	**1.21E+19**	Mellino, 2014
	suprafață	ha	8.92E+02				LandCorine 2012

	capacitatea de regenerare anuală estimată	m^3/ha/an	4.55E+00				www.romsilva.ro
		g/ha/an	4.06E+09				
	densitatea medie a lemnului în pădure	g/m^3	8.13E+05				
	volum mediu estimat	m^3/ha	2.17E+02				
		g/ha	1.76E+08				
	densitatea medie a lemnului uscat	g/m^3	4.00E+05				
	volum mediu estimat	m^3/ha	2.17E+02				
		g/ha	8.68E+07				
6	**CLC 313 - Păduri de amestec**	**g**	**7.04E+11**	**1.33E+16**	**4.11E+03**	**5.46E+19**	**Mellino, 2014**
	suprafață	ha	3.33E+03				LandCorine 2012
	capacitatea de regenerare anuală estimată	m^3/ha/an	5.47E+00				www.romsilva.ro
		g/ha/an	1.82E+10				
	densitatea medie a lemnului în pădure	g/m^3	1.16E+06				
	volum mediu estimat	m^3/ha	2.17E+02				
		g/ha	2.12E+08				
	densitatea medie a lemnului uscat	g/m^3	5.22E+05				
	volum mediu estimat	m^3/ha	2.17E+02				
		g/ha	1.13E+08				

Tabel 21. Evaluarea energetică a stocurilor de materie lemnoasă

Din punct de vedere economic, resursa lemnoasă stă la baza industriei lemnului în multe din zonele lumii, inclusiv în bazinul Marei, unde materia lemnoasă s-a afirmat ca principalul material de construcție de-a lungul secolelor. Prin resursa sa forestieră, întregul Maramureş şi-a edificat imaginea de ţinut al civilizației lemnului. *Regândirea relației dintre serviciile oferite și valoarea economico-culturală a resursei forestiere poate face diferența în interpretarea conceptelor de protecție sau exploatare.*

În general, autoritățile de stat manageriază fondul forestier și decid asupra modului în care acesta poate fi exploatat direct sau prin contracte de concesionare. Reîmproprietăririle de după anul 2000 constituie o posibilă cauză a avântului exploatărilor forestiere din perioada imediat următoare (2000 – 2006). Acest aspect mai poate fi explicat și prin prisma pierderii semnificațiilor prin care lemnul era perceput în comunitățile din bazinul Marei. Lemnul s-a transformat dintr-o resursă aflată în centrul existenței maramureșenilor într-o resursă cu potențial de îmbogățire a proprietarilor de pădure. Principala dificultate o reprezintă nu neapărat exploatarea resurselor forestiere, cât exploatarea nesustenabilă a acestora și vânzarea lemnului brut către terți, fără valoare adăugată mare. Prin urmare, vaste cantități de material lemnos "pleacă" din sistem contra unui preț sub potențialul de valorificare al acestuia.

clase de vegetație	**S = ha 2012**	**emergie seJ**	**seJ/ ha**
CLC 311 – păduri de foioase TOTAL	1.60E+04	**3.07E+20**	1.92E+16
CLC 312 – păduri de conifere	8.92E+02	**1.21E+19**	1.36E+16
CLC 313 – păduri de amestec	3.33E+03	**5.46E+19**	1.64E+16

Tabel 22. Conținutul de emergie /ha al stocurilor forestiere

După cum s-a menționat anterior, lemnul constituie principala resursă prin care populația locală își asigură necesarul de energie termică pe timpul sezonului rece, această întrebuințare fiind la fel de veche ca și civilizațiile înseși. Din punct de vedere termic, din păcate, mijloacele tradiționale de ardere a lemnului pentru încălzire valorifică doar aproximativ 40% din potențialul caloric al acestora (ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0139e/i0139e04.pdf), restul fiind degajat în atmosferă sub formă de energie degradată. Investițiile în instalații care să valorifice într-o proporție mai mare potențialul caloric al lemnului sunt însă costisitoare și se fac cu totul izolat, în funcție de bugetul gospodăriei.

Pădurile seculare reprezintă stocuri imense de materie și au o valoare a transformității foarte mare (Odum, 1996). Acestea au reușit în secolele trecute să asigure necesarul de energie al populației locale, cu mult înaintea combustibililor fosili.

7. ASPECTE ALE ORGANIZĂRII TERITORIALE ÎN BAZINUL MAREI

Acest capitol scoate în evidență caracterul relativ al spațiului ca mediu transformat prin intermediul relațiilor de teritorialitate. Impulsurile exercitate asupra spațiului prin transformările de natură umană imprimă acestuia o fizionomie distinctă. Noul conținut este format din elemente ce compun **capitalul antropic**. Acesta nu reprezintă altceva decât o formă de conversie a materiei în structuri tehnice care permit desfășurarea unor activități. Din punct de vedere ierarhic, capitalul antropic trebuie să aibă un *conținut energetic superior calitativ*.

Pentru înțelegerea sistemelor teritoriale și a chestiunilor de politică de management, din punct de vedere energetic, se impune cuantificarea celor mai importante tipuri de stocuri cu rol determinant în operabilitatea sistemică. Accentul este pus pe tipurile de capital ce pot înregistra variații cantitative la scara timpului istoric, variații ce pot genera efecte negative asupra comunităților.

Mai mult decât atât, modelul de amenajare al teritoriului dă nota de specificitate spațiului. Acesta devenine personalizat, deținând atribute psihologice atașate locurilor, transformându-se dintr-un spațiu perceput într-unul trăit.

Percepția avantajelor de poziție, a potențialului biopedologic ca resursă materială, localizarea arealelor de locuire permanentă, infrastructura de acces precum și complexitatea activităților economice și sociale transformă spațiul într-un teritoriu cu valenţe mentale, dominat de repere marcante naturale și antropice.

7.1 Componenta socio-economică

Localitățile din bazinul Marei sunt poziţionate exclusiv în sectorul depresionar. Poziția ocupată de rețeaua de așezări reflectă raporturile de dependență față de resursele de apă. Inexistența discontinuităților morfologice majore în calea fluxului hidrologic au favorizat edificarea unei rețele de așezări adaptate la configurația reliefului. Acestea sunt situate pe văile râurilor Mara și Cosău, în zonele ferite de viituri, colmatări sau modificări majore de albie. Localitățile situate în amonte valorifică configurația topografică permisivă, astfel încât așezări ca Budești, Mara sau Desești sunt extinse și pe treapta de piemont. Localitatea Breb este situată exclusiv pe Piemontul Gutâiului, reprezentând singurul exemplu de acest tip.

Arterele de comunicaţie se suprapun arterelor hidrografice, având ca punct nodal localitatea Ferești, cel mai important punct de convergenţă a fluxurilor antropice intrabazinale și de disipare a celor provenite din afara teritoriului. Rețeaua rutieră permite conexiunea cu principalii poli urbani – Sighetu Marmației și Baia Mare – prin axa DN 18 și prin axa dedublată DJ 187, cu suprapunere pe valea Cosăului. Șosele tranzitează arealul de la nord la sud, traversând bariera orografică a munților Gutâi prin pasurile Gutâi (987 m) respectiv Neteda (1054 m). Prin intermediul acestora se reglează fluxurile antropice importante dinspre și înspre sistem.

Fragmentarea loturilor de teren este accentuată, majoritatea locuitorilor deținând parcele de până la două hectare răspândite pe diverse forme de relief. Tot ca o măsură preventivă menționăm faptul că agroterasarea versanților îndeplinea un triplu scop - mărirea suprafețelor agricole, ameliorarea eroziunii de versant și asigurarea unor rezerve de produse agricole în eventualitatea compromiterii prin viituri a culturilor situate în albii.

De asemenea, delimitarea cumpenelor de ape ale văilor principale pe criteriul natural corespunde în plan administrativ cu extinderea fostelor cnezate de vale ale Marei şi Cosăului. Acest tip de regionare se mai păstrează şi astăzi, majoritatea comunelor având teritoriul administrativ delimitat pe subbazine hidrografice.

7.1.1 Caracteristici demografice

Vechimea locuirii, precum și evoluția cantitativă și calitativă a umanizării în întreaga regiune a Țării Maramureşului au reprezentat subiecte pe larg dezbătute în lucrări cu profil istoric și geografic (Popa, 1997, Popa-Bota, 2003, Ilieş, 2007). Totuşi, o scurtă abordare geodemografică vine în sprijinul înțelegerii factorilor ce au influențat dimensiunea "aglomerărilor" din bazinul Marei. Structura demografică, precum și repartiția neuniformă a populației în teritoriu, explică procesele dinamice de manifestare și intensitate diferențiată a presiunii umane asupra spațiului.

Conform datelor pentru anul 2002, așezările numărau peste 25.000 de locuitori (vezi tabelul 23). În decurs de zece ani, comunitățile au înregistrat un recul demografic de circa 1.300 de persoane, cauza acestuia fiind sporul migratoriu.

	așezare	2002	2011	2002-2011	structură demografică 2011		
					M	F	populație declarată ca emigrată temporar
1	**Budesti**	**3470**	**3055**	**-415**	1555	1500	190
	Budești	2547	2232				
	Sârbi	923	823				
2	**Călinești****	**2023**	**1855**	**- 168**	-	-	240
	Călinești	1528	1432				
	Cornești	495	423				
3	**Desești**	**2633**	**2341**	**- 292**	**1147**	**1194**	279
	Desești	974	882				
	Hărnicești	635	542				
	Mara	1024	917				
4	**Giulești**	**3366**	**3113**	**- 253**	**1525**	**1588**	285
	Giulești	1177	1088				
	Berbești	1535	1429				
	Ferești	493	453				
	Mănăstirea	161	143				
5	**Ocna Sugatag**	**4073**	**3853**	**- 220**	**1921**	**1932**	333
	Ocna Șugatag	1256	1242				
	Breb	1184	1098				
	Hoteni	378	326				
	Sat Șugatag	1255	1187				
6	**Vadu Izei****	**537**	**537**	-	2182	-	-
	TOTAL	**16102**	**14754**	**-1248**			

Tabel 23. Structura populației la recensămintele din 2002 și 2011 (după http://www.maramures.insse.ro/main.php?lang=fr&pageid=536 / http://www.maramures.insse.ro/phpfiles/Comunicat_presa_rez_preliminare_MM_24 %20aug%202012.pdf)

** calculul pentru comuna Călinești s-a efectuat scăzând populația satului Văleni, situat într-un alt bazin hidrografic.

** datorită divizării spațiului pe criteriul morfohidrografic, doar o parte din suprafața localității intră în componența bazinului Marei. Numărul de locuitori a fost aproximat pe baza numărului de gopodării localizate în perimetrul bazinului – **179 gospodării cu o medie de 3 persoane per gospodărie.**

Concentrările de populație sunt situate de-a lungul celor două culoare de vale, principalele axe de orientare și propagare a fluxurilor intrabazinale. Unele din cele mai

populate așezări sunt situate pe valea Cosăului (Budești și Călinești). Ocna Șugatag este cea mai populată localitate, cu aproximativ 4000 de locuitori (vezi tabelul 23). Situația din această localitate se prezintă diferit, pe fondul dinamicii demografice din timpul perioadei estivale atunci când stațiunea este frecventată de turiști.

Per ansamblu, bazinul Marei prezintă un grad de antropizare mediu, ținând cont de faptul că principala sa caracteristică este ruralitatea. Satele – centru de comună – ocupă o poziție superioară în ierarhia bazinală datorită avantajelor de poziție și a funcțiilor deținute. Aparentul recul demografic înregistrat în satele cu funcție de centru de comună se poate interpreta nu atât printr-un spor natural negativ cât mai ales prin sporul migratoriu temporar pentru muncă în străinătate. În medie, fiecare comună a „pierdut” circa 250 de locuitori (vezi tabelul 23). Cu toate acestea, deși presiunea asupra spațiului a scăzut, în aproximativ aceeași perioadă s-au constatat cele mai importante schimbări la nivelul dinamicii modului de folosință a terenurilor. De asemenea, sporul migratoriu a generat un flux de capital înspre bazinul Marei, ca de altfel pe întreg teritoriul Maramureșului sau a altor regiuni din țară cu populație emigrată temporar pentru muncă.

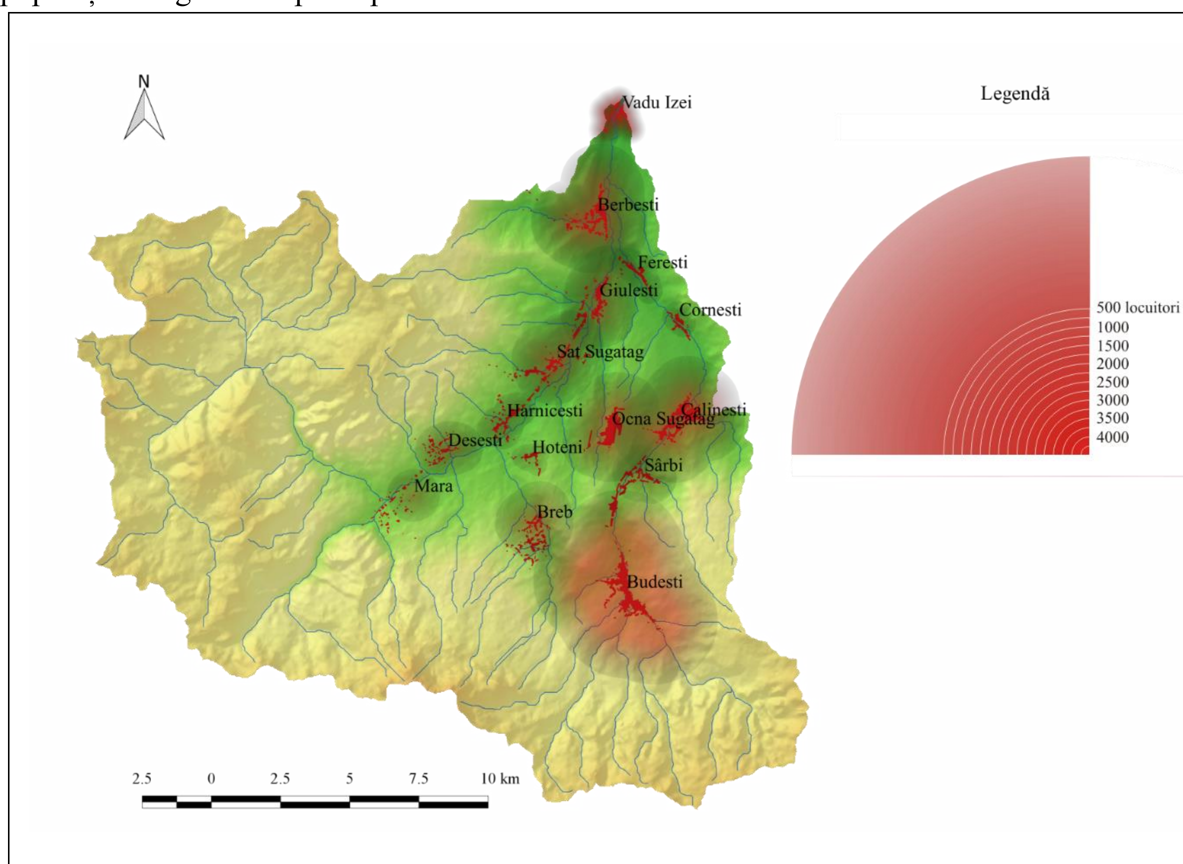


Figura 26. Harta geodemografică a bazinului Marei (după Recensământul Populației și Locuințelor 2011)

Capitalul financiar provenit din străinătate este investit îndeosebi în construcții de imobile noi sau reamenajări ale caselor deja existente. Transformările la nivelul peisajului sunt semnificative, noile construcții jucând rolul elementelor de progres. Influențele alohtone se resimt la nivelul peisajului construit, prin introducerea unor stiluri arhitecturale lipsite de reperele esențiale specifice regiunii și care de cele mai multe ori fac notă discordantă în peisaj. Noile construcții se constituie ca adevărate elemente de progresivitate și pun în evidență caracterul dinamic al sistemului teritorial al Marei în raport cu transformările de pe

plan regional şi nu numai. Înmulţirea locuinţelor noi evidenţiază un fenomen specific Ţării Oaşului, din ce în ce mai vizibil şi în Maramureş. Este vorba despre negocierea raporturilor sociale prin intermediul construcţiilor (Ilieş, 2006), însă la o scară de intensitate mult mai redusă.

7.1.2 Structura vetrelor de locuire

Satele, ca formă elementară de concentrare a populației, sunt repere cu puternic efect de individualizare, acestea având capacitatea de a imprima caracteristici definitorii teritoriului respectiv. Efectul de tranziție indus de multiplele variabile sistemice (flux monetar, informațional, spor migratoriu, etc.) se manifestă adesea în plan material la nivelul componentelor de bază ale oricărei așezări rurale: *gospodăriile și edificiile de cult religios*. Transformările progresive denaturează fondul de specificitate regional. Acestea sunt observabile pentru prima dată aici și se pot constitui ca indicatori ai schimbărilor inevitabile în orice sistem teritorial.

Trăsăturile rețelei de așezări poartă amprenta influențelor exercitate de suportul fizico-geografic precum și de localizările unor resurse indispensabile continuității locuirii – resursele hidrice alături de resusele de sol, la care se adaugă întregul potențial de susținere a unor activități economice.

În bazinul Marei satul a rămas până astăzi matricea arhetipală de organizare socială. Evoluția seculară a acestor entități a presupus fenomene de roire sau contopire a satelor. Acestea s-au datorat atât creşterii numărului de locuitori cât și îmbunătățirii tehnicilor de lucru și exploatării accentuate a resurselor (Ilieș, 2007). În acest sens se pot menționa (după Popa, 1997, citat de Ilieș, 2007):

- *sate dispărute* — Copăcești, lângă Breb;
- *sate contopite* – Mestecăniș – Giulești și Călinești – Cămârzana;
- *roiri* – desprinderea satului Mănăstirea de către Giulești (Ilieș, 2007).

Structura actuală a rețelei de așezări reflectă relația de complementaritate între suportul fizico-geografic și factorul antropic evidențiată prin intermediul unor trăsături de bază.

Analiza structurii vetrelor s-a făcut prin studiul comparativ al imaginilor satelitare suprapuse hărților conținând subunitățile de relief și suportul geologic (vezi tabelul 24).

Profilul structural al așezărilor prezintă câteva trăsături comune ce devin elemente de reper în studiul proceselor de umanizare a spațiului. Conturarea unei rețele de drenaj bivalente, cu rol de drenaj hidrologic și orientare a fluxurilor antropice, au favorizat de sute de ani amplasarea actualelor vetre de locuire pe axul gravitațional al văilor principale.

O altă trăsatură fundamentală este reprezentată de suprapunerea tramei stradale peste micii afluenţi de stânga sau de dreapta ai râurilor Mara și Cosău, în special pentru acele așezări amplasate în zona de amonte – Mara, Desești, Budești. Caracterul de rețea stradală dentridică este specific acestor localități. Textura răsfirată, în special o dată cu urcarea în altitudine, presupune conectarea diverselor cătune ale acestor localități la vatră.

Înspre aval, efectul de polarizare al căilor de comunicații principale se reflectă prin aglomerări bilaterale de-a lungul axului drumului, cu ramificații tentaculare acolo unde suprafața topografică a permis dispersia gospodăriilor.

Se conturează astfel o serie de localități cu textura liniar – tentaculară. Suprafața de mic bazinet dezvoltat pe conuri de dejecţie a unor afluenți de dreapta ai Cosăului a permis schițarea superficială a unei rețele de drumuri comunale după modelul rectangular.

	așezare	suport morfologic	curs de apă	alt. medie	trama stradală	textura
Valea Marei						
1	Mara	Piemontul Gutâiului, lunca și terasele râului Mara	Mara	483 m	dendritică	răsfirată
2	Desești	Piemontul Marei, terasele și lunca râului Mara	Mara	466 m	dendritică	linear - tentaculară
3	Hărnicești	Piemontul Marei, terasele Marei lunca râului Mara	Mara	426 m	dendritică	linear - tentaculară
4	Sat Şugătag	Piemontul Marei, terasele și lunca râului Mara	Mara	395 m	dendritică	linear- tentaculară
5	Giulești	terasele și lunca râului Mara	Mara	341 m	lineară	lineară - bilaterală
6	Berbești	terasele râului Mara, Piemontul Marei	Mara	315 m	dendritică	tentaculară
7	Vadu Izei	terasele și lunca râurilor Mara și Iza	Mara, Iza	290 m	dendritică	linear- tentaculară
Valea Cosăului						
8	Ferești	anticlinalul Ocna Şugatag, terasele râului Cosău	Cosău	327 m	lineară	linear - monolaterală
9	Cornești	terasele râului Cosău	Cosău	349 m	lineară	linear - bilaterală
10	Călinești	terasele și lunca râului Cosău	Cosău	407 m	rectangulară	linear-bilaterală
11	Sârbi	terasele și lunca râului Cosău	Cosău	476 m	lineară	linear tentaculară
12	Budești	terasele și treapta piemontului Gutâi - Văratec	Izvoare Cosău, râul Cosău	585 m	dendritică	tentaculară
13	*Ocna Şugatag*	*anticlinalul Ocna Şugatag*	*Pârâul Sărat*	*481 m*	*rectangulată*	*geometric - compactă*
14	*Breb*	*Piemontul Gutâi*	*Breboaia*	*538 m*	*dendritică*	*răsfirată*

Tabel 24. Structura rețelei de așezări prin raportare la localitățile de peste 400 de locuitori (trama stradală și textura – prelucrare după Cucu, 1981, cu adnotări)

Localitățile Sârbi, Cornești și Ferești se înscriu cu succes în profilul așezărilor liniare, obligate în parte la o extindere longitudinală pe linia de contact vale-frunte de cuestă. Satul Giulești, prin contopirea cu satul Mestecăniș, prezintă un profil bilateral dezvoltat pe ambele maluri ale râului Mara, drumul național fiind axul de gravitație principal (vezi figura 27).

Totodată, desfășurarea în suprafață a localităților, în condiții de morfologie variată, cu etajări pe verticală ale subunităților de relief, fragmentare și orientare gravitațională a rețelei de drenaj, se reflectă în dispunerea spațială a vetrelor prin existența amplitudinilor altitudinale între punctele extreme ale acestora.

La nivelul bazinului se impun o serie de așezări cu un profil altitudinal întins pe zeci sau sute de metri. Acesta este rezultatul unui proces progresiv de extindere în sensul că au fost preluate cote altimetrice în puncte extreme constituite din grupări de gospodării, aparent cătune ale localităților respective. Cotele altimetrice au fost obținute prin utilizarea aplicației Google Maps. Câte două puncte au fost amplasate la limitele așezărilor, în lungul axelor de comunicație principale, pentru fiecare localitate în parte și au ținut seama de importanța arterelor de comunicație ca axe de polarizare. Următoarele două puncte au fost amplasate la

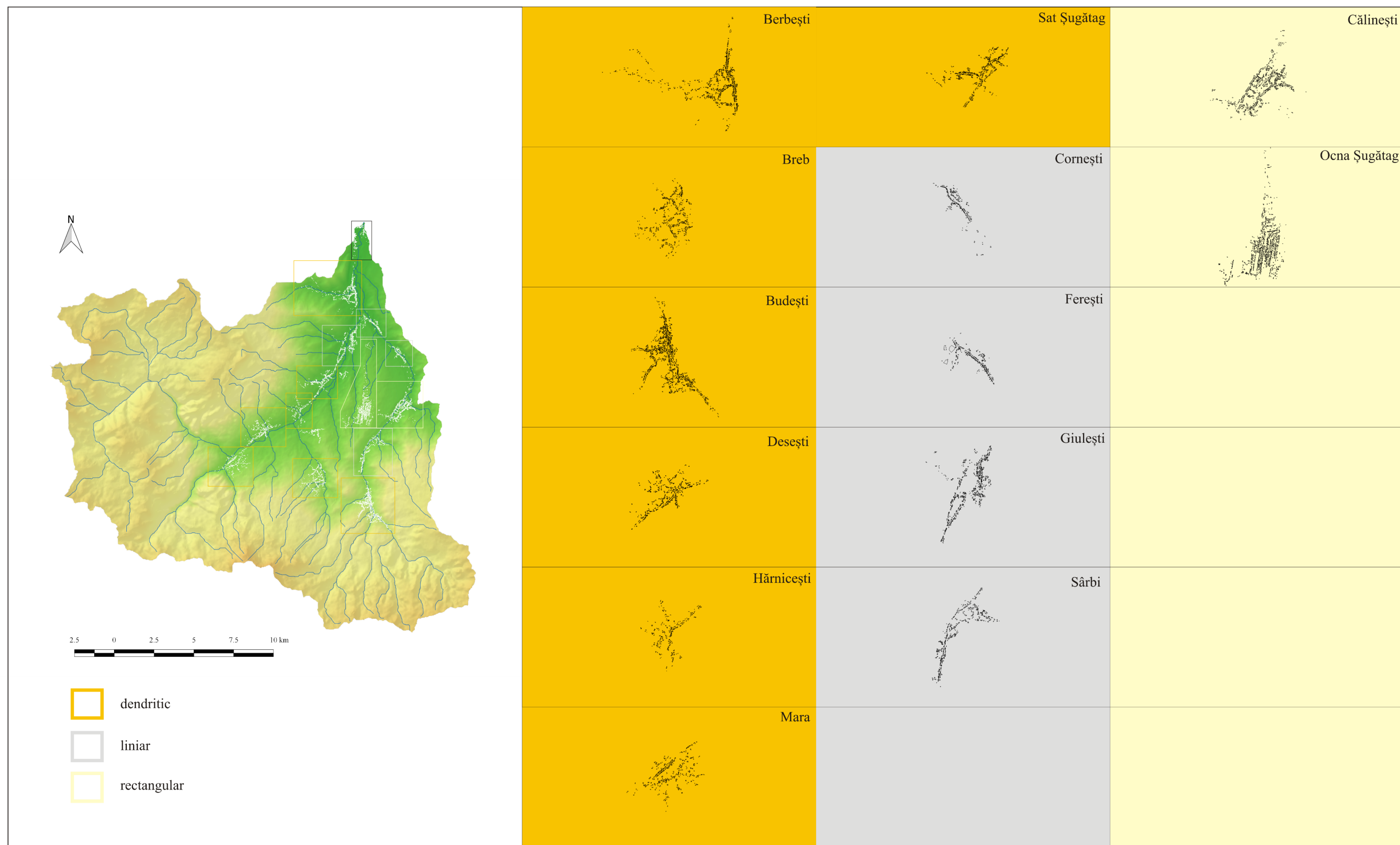


Figura 27. Categorii de dispunere a tramei stradale pentru localitățile de peste 400 de locuitori

extremitățile de “sus și de jos”. Împreună oferă informații despre amplitudinea extinderii pe altitudine a vetrelor.

Cazul localității Budești este relevant, satul fiind împărțit în zonele Josani și Susani. Desigur, deși vatra propriu-zisă este situată pe terasele fluviale, atunci când se face referire la satele situate pe văile principale, unele gospodării sunt totuși amplasate în zona inundabilă de luncă, ocupată preponderent cu terenuri agricole.

Altitudinile medii calculate sunt edificatoare cu privire la poziția nucleelor de așezări. Amplitudinile ce variază între 90 și 140 de metri sunt specifice localităților situate în sectorul superior al bazinului și prezintă o textură răsfirată (vezi tabelul 25). Acestea urmează rețeaua hidrografică sau rețeaua de drumuri, având gospodării amplasate de o parte și de alta a acestora. Peisajul este dominat de alternanța gospodăriilor având în spate loturi de teren cu geometrie dreptunghiulară, exploatate agricol. Specifice sunt localitățile Budești, Breb, Desești, Hărnicești și Sat Șugatag.

	așezare	altitudine minimă	altitudine maximă	amplitudine
1	Mara	458 m	524 m	66 m
2	Desești	419 m	560 m	141 m
3	Hărnicești	384 m	524 m	140 m
4	Sat Șugatag	347 m	446 m	99 m
5	Giulești	315 m	354 m	39 m
6	Berbești	294 m	348 m	48 m
7	Vadu Izei	282 m	303 m	21 m
8	Ferești	307 m	347 m	40 m
9	Cornești	335 m	360 m	25 m
10	Călinești	371 m	438 m	67 m
11	Sârbi	430 m	500 m	70 m
12	Budești	518 m	657 m	139 m
13	Ocna Șugatag	448 m	500 m	52 m
14	Breb	489 m	580 m	91 m

Tabel 25. Repere de altitudine pentru localitățile de peste 400 locuitori

Satele cu textură liniară, amplasate pe firul apei, în sectoarele de terasă sunt specifice văii Cosăului. Versanţii abrupți din sectorul de vale subsecventă a Cosăului prezintă restricții firești pentru extinderea vetrelor pe versantul drept. De aceea, localităţi ca Sârbi, Corneşti, Ferești sau Călinești sunt dispunse în profil longitudinal pe direcţia de curgere a râului. Extinderi au loc în arealele în care condițiile topografice au permis construcţia gospodăriilor permanente. Delimitările administrative joacă, de asemenea, un rol important.

Satele de bazinet depresionar au ca exponent localitatea Vadu Izei, a cărei vatră este situată pe terasele de confluență ale râurilor Mara și Iza și care se extinde pe suprafețe restrânse și în arealul de luncă.

Excepții notabile de la regula localizării vetrelor pe văi reprezintă localitățile Ocna Şugatag și Breb. Ocna Şugatag este o localitate amplasată strategic pe o culme de anticlinal. În localitate conviețuiește o populație mixtă de etnici maghiari și români. Se impune în peisaj ca singura localitate dezvoltată fără restricții morfologice majore, cu o formă geometrică bine definită și tramă stradală de tip rectangular. Exploatările apelor sărate din actualele lacuri antroposaline accelerează procesul de carstificare pe structurile salifere și conduce, implicit, la degradarea peisajului prin instalarea rhexistaziei în raporturile dintre potențialul ecologic și exploatarea biologică. Procesul se concretizează în prăbușiri și surpări ce contribuie la lărgirea permanentă a cuvetelor lacustre și la declanșarea alunecărilor de teren ce pot în pericol amenajările turistice din centrul localității.

7.1.3 Infrastructura – resursă energetică de tip stoc

Nivelul de echipare al unui spațiu cu infrastructurile de bază (socială, utilități, etc.) îndreptățesc folosirea termenului de *teritoriu*. Pe lângă acestea, o eficientă interconectare în transporturi, alături de accesul la infrastructura informațională influențează gradul de modernizare precum și raporturile populației locale cu restul lumii. Aceste elemente de materialitate se concretizează prin creșterea capitalului antropic. Cu cât cantitatea de materie va fi mai ridicată, cu atât va spori gradul de umanizare și transformare a spațiului și cu atât va crește valoarea energiei stocate.

Serviciile, ca exponent al sectorului terțiar, sunt reprezentate în special prin activitățile turistice și de agrement cu rol de diversificare a profilului economic al teritoriului. Repartiția teritorială a acestora influențează raporturile între comunități, impunând structuri de ierarhizare reflectate prin statutul așezărilor, precum și prin forța de gravitație a acestora. De mare însemnătate sunt infrastructurile de utilități ce sporesc nivelul de confort al localnicilor, ameliorând astfel condițiile de trai în mediul rural. Prin extrapolare, la nivelul bazinului Marei, se individualizează următoare tipuri de infrastructuri (după Mellino et al., 2015):

- **Infrastructura socială**

Reprezintă cel mai important și mai vizibil factor de antropizare. Însumează totalitatea clădirilor destinate locuirii la care se adaugă anexele gospodărești, depozitele de unelte și mașinării destinate muncilor agricole. În această categorie sunt incluse și clădirile care adăpostesc instituții cu relevanță în teritoriu sau cele care aparțin cultelor religioase.

	repere cantitative	Budești	Călinești	Vadu Izei	Giulești	Ocna Șugatag	Desești
număr locuințe 2002	unități	1042	1026	179	923	1172	707
număr mediu de locuitori / unitate 2002	persoane	4.2	3.8	3	6.1	6.1	6.1
număr mediu locuințe între 2002 - 2011	%	+ 8.7	+8.6	-	+8.6	+8.7	+8.7
număr locuințe 2011	unități	1133	1115	179	1003	1274	769
număr mediu de locuitori / unitate în 2011	persoane	2.7	1.6	3	3.1	0.9	3
număr mediu de locuințe noi construite anual	unități / an	8	9	-	8	10	6
suprafață medie	m^2 / unitate	100	100	100	100	100	100
suprafață medie construită	m^2	1.13E+05	1.11E+05	1.79E+04	1.00E+05	1.27E+05	7.69E+04
suprafață medie construită	ha	11.3	11.1	1.8	10	12.7	7.7

Tabel 26. Suprafețe ocupate de locuințe pe comune

Dintre acestea, din punct de vedere *administrativ*, menționăm instituțiile statului român, de regulă aflate în centrele de comună ce determină primele efecte de polarizare. *Infrastructura administrativă* este reprezentată prin edificiile primăriei și ale consiliului local, precum și prin prezența oficiilor Poliției. Se adaugă birourile în teritoriu ale unor alte instituții de stat (ex. APIA - Agenția pentru Plăți și Intervenție pentru Agricultură).

Infrastructura educațională este reprezentată de unitățile de învățământ preșcolar, gimnazial sau liceal ce deservesc populația locală și care contribuie la diminuarea efectelor de polarizare a polilor urbani, în speță Sighetu Marmației.

Infrastructura medicală este compusă din unitățile de dispensar medical, unități de medicină veterinară, farmacii, unități de medicină dentară, la care se pot adăuga centrele medicale de refacere a sănătății.

Prin intermediul observațiilor întreprinse în teren, s-a putut estima o suprafață medie construită de circa 100 de metri pătrați / înălțime medie de circa 6 metri pentru construcțiile destinate locuirii. Din literatura de specialitate s-a derivat cantitatea medie estimată de materie per metru cub, putându-se astfel obține valori estimative cu privire stocul de materie în clădiri.

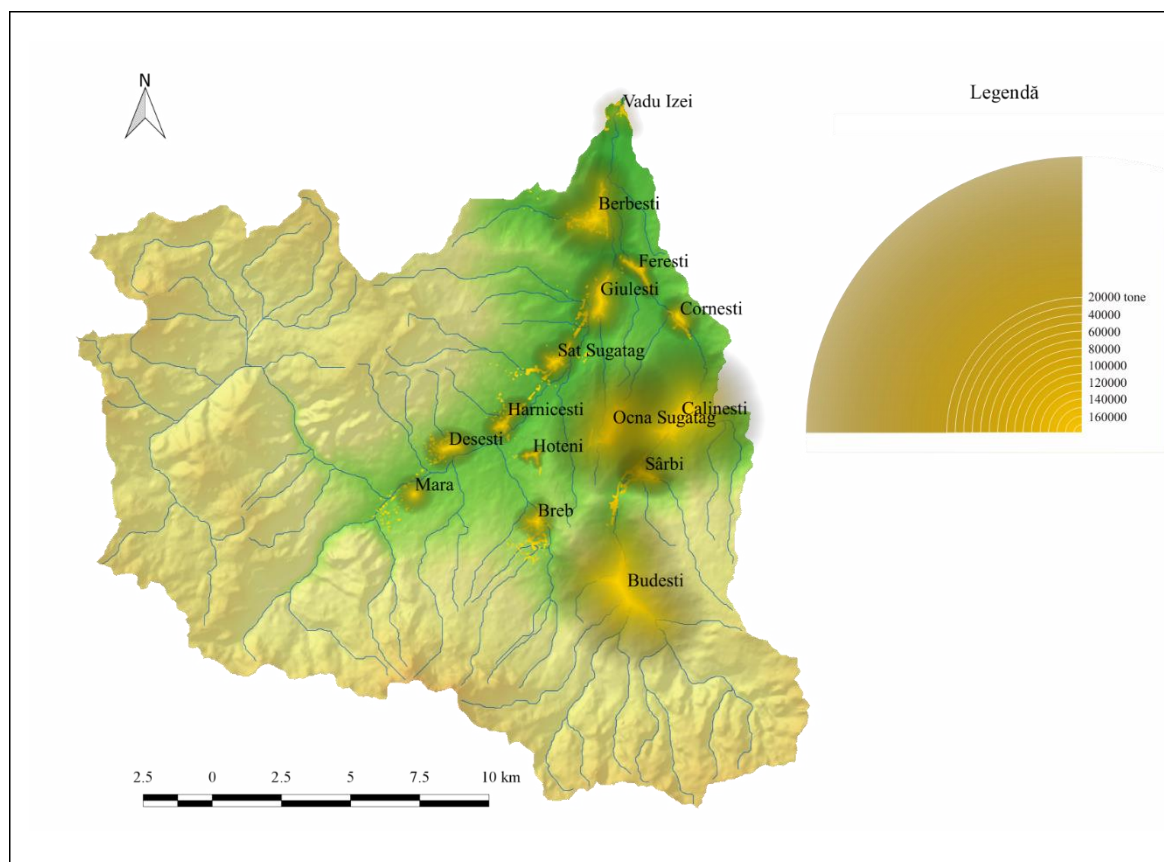


Figura 28. Harta reprezentând concentrarea stocului de masă în clădirile destinate locuirii

Valoarea medie estimată a stocului de materie pentru anul 2002 este de circa 240 de tone per locuință. Respectând procedura de până acum, stocul de materie exprimat la suprafața construită în hectare, pentru același an de referință, se ridică la valoarea de 24.110 tone (vezi tabelul 27).

	2002**				2011**			
așezare	locuințe	S (m^2)	V (m^3)	masă (g)	locuințe	S (m^2)	V (m^3)	masă (g)
Budești	764	7.64E+04	4.58E+05	1.84E+11	826	8.26E+04	4.95E+05	1.99E+11
Sârbi	278	2.77E+04	1.66E+05	6.79E+10	307	3.1E+04	1.84E+05	7.40E+10
Călinești	810	8.10E+04	4.86E+05	1.95E+11	865	8.65E+04	5.19E+05	2.18E+11
Cornești	232	2.32E+04	1.39E+05	5.59E+10	250	2.50E+04	1.50E+05	6.02E+10
Desești	266	2.66E+04	1.59E+05	6.41E+10	289	2.89E+04	1.73E+05	6.96E+10
Hărnicești	163	1.63E+04	9.78E+04	3.92E+10	179	1.79E+04	1.07E+05	4.31E+10
Mara	278	2.78E+04	1.66E+05	6.70E+10	301	3.01E+04	1.80E+05	7.25E+10
Giulești	323	3.23E+04	1.93E+05	7.78E+10	351	3.51E+04	2.10E+05	8.46E+10
Berbești	425	4.25E+04	2.55E+05	1.02E+11	461	4.61E+04	2.76E+05	1.11E+11
Ferești	133	1.33E+04	7.98E+04	3.20E+10	146	1.46E+04	8.76E+04	3.51E+10
Mănăstirea	42	4.20E+03	2.52E+04	1.01E+10	45	4.50E+03	2.70E+04	1.08E+10
Ocna Șugatag	707	7.00E+04	4.24E+05	1.70E+11	768	7.68E+04	4.60E+05	1.85E+11
Breb	196	1.96E+04	1.17E+05	4.72E+10	213	2.13E+04	1.27E+05	5.13E+10
Hoteni	62	6.20E+03	3.72E+04	1.49E+10	67	6.70E+03	4.02E+04	1.61E+10
Sat Șugatag	209	2.1E+04	1.24E+05	5.03E+10	226	2.26E+04	1.35E+05	5.44E+10

Vadu Izei	179	1.79E+04	1.07E+05	4.31E+10	179	1.79E+04	1.07E+05	4.31E+10
TOTAL	**5067**	**5.06E+05**	**3.04E+06**	**1.22E+12**	**5473**	**5.47E+05**	**3.28E+06**	**1.31E+12**

Tabel 27. Conținutul brut de materie în construcțiile destinate locuirii

$^{**}S_{medie}$ / unitate - 100 m^2 // H_{medie} / unitate- 6 m // V_{mediu} / unitate - 600 m^3 // ρ_{medie} – 401822 g/m^3 (Pulselli et al., 2007)

Urmărind evoluția pe timpul unei decade, stocul de materie a crescut cu circa 90.000 de tone, la o mărire a suprafeței construite de doar patru hectare. Acest tip de capital antropic are în general proprietatea de a rezista în timp, acesta modificându-și lent valoarea cantitativă la scara timpului istoric.

	2002				2011			
așezare	masă (g)	UEV sej / g	emergie seJ	seJ / ha	masă (g)	UEV sej / g	emergie seJ	seJ 2002-2011
Budești	1.84E+11	2.66E+09	4.89E+20	6.40E+19	1.99E+11	2.66E+09	5.29E+20	+0.40E+20
Sârbi	6.79E+10	2.66E+09	1.80E+20	6.52E+19	7.40E+10	2.66E+09	1.96E+20	+0.16E+20
Călinești	1.95E+11	2.66E+09	5.18E+20	6.40E+19	2.18E+11	2.66E+09	5.79E+20	+0.61E+20
Cornești	5.59E+10	2.66E+09	1.48E+20	6.40E+19	6.02E+10	2.66E+09	1.60E+20	+0.12E+20
Desești	6.41E+10	2.66E+09	1.70E+20	6.41E+19	6.96E+10	2.66E+09	1.85E+20	+0.15E+20
Hărnicești	3.92E+10	2.66E+09	1.04E+20	6.39E+19	4.31E+10	2.66E+09	1.14E+20	+0.10E+20
Mara	6.70E+10	2.66E+09	1.78E+20	6.41E+19	7.25E+10	2.66E+09	1.92E+20	+0.14E+20
Giulești	7.78E+10	2.66E+09	2.06E+20	6.40E+19	8.46E+10	2.66E+09	2.25E+20	+0.19E+20
Berbești	1.02E+11	2.66E+09	2.71E+20	6.38E+19	1.11E+11	2.66E+09	2.95E+20	+0.14E+20
Ferești	3.20E+10	2.66E+09	8.51E+19	6.40E+19	3.51E+10	2.66E+09	9.33E+19	+0.18E+19
Mănăstirea	1.01E+10	2.66E+09	2.69E+19	6.39E+19	1.08E+10	2.66E+09	2.81E+19	+0.12E+19
Ocna Șugatag	1.70E+11	2.66E+09	4.52E+20	6.46E+19	1.85E+11	2.66E+09	4.92E+20	+0.40E+20
Breb	4.72E+10	2.66E+09	1.25E+20	6.40E+19	5.13E+10	2.66E+09	1.36E+20	+0.11E+20
Hoteni	1.49E+10	2.66E+09	3.96E+19	6.39E+19	1.61E+10	2.66E+09	4.28E+19	+0.32E+19
Sat Șugatag	5.03E+10	2.66E+09	1.33E+20	6.37E+19	5.44E+10	2.66E+09	1.44E+20	+0.11E+20
Vadu Izei	4.31E+10	2.66E+09	1.14E+20	1.07E+20	4.31E+10	2.66E+09	1.14E+20	-
TOTAL			**3.20E+21**				**3.52E+21**	**+3.25E+20**

Tabel 28. Conținutul brut de **emergie (seJ)** în construcțiile destinate locuirii

Conform metodologiei, conținutul de **emergie** al stocurilor de materie din clădiri se exprimă înmulțind cantitatea de materie cu coeficientul de transformitate omonim per gram (vezi tabelul 28). Agregarea unui procent semnificativ al capitalului antropic în localitățile de pe valea Cosăului, în special Budești (5,29 E+20 seJ - 2011) și Călinești (5.79 E+20 seJ - 2011), pune în evidență un fenomen contradictoriu. Ținând cont de nivelul veniturilor și puterea de cumpărare a românilor în general, în mod normal populația bazinului nu ar putea susține din punct de vedere financiar sectorul construcțiilor, cu excepțiile individuale de rigoare. Această idee este argumentată prin faptul că operatorii economici care aduc pe piață materiale de construcții o fac prin produse provenite în mare parte din import, iar prețul de piață este ridicat. Acest fapt susține ipoteza vehiculată în subcapitolele precedente conform căreia scăderea populației datorată sporului migratoriu a impulsionat la scară locală acest sector. Localnicii plecați temporar la muncă în străinătate continuă să susțină familiile rămase acasă printr-un flux de capital investit în mare parte în edificarea de noi locuințe. Interpretarea datelor din tabelul de mai sus pune în evidență faptul că, în medie, valoarea emergetică a stocurilor de materie a crescut în perioada 2002-2011 cu aproximativ 0.5 E+19 seJ/ha pentru fiecare localitate.

Cazul localității Ocna Șugatag este unul aparte întrucât exprimă cel mai bine tendința de trecere la o economie bazată pe servicii ca pârghie de modernizare și reprofilare. Punctul forte al localității constă în oferta de turism balnear în contextul valorificării apelor sărate din actualele lacuri antropo-saline. Oferta turistică se bucură de diversitate pe măsura numărului de baze de cazare și tratament. Localitatea este deservită și de o stație de carburanți nou

construită. Datele demografice arată că statutul de pol de creştere supracomunal este oarecum forțat, aceasta fiind un pol doar în ceea ce priveşte oferta de turism balnear. Oferta de servicii conexe (bancare, educaționale, medicale etc.) contribuie la menținerea acestui statut.

Dacă în celelalte localități sunt construite mai mult locuințe noi, în Ocna Şugatag situația este puțin diferită, în sensul că o bună parte din capitalul financiar a fost investit în construcția de pensiuni turistice şi infrastructură cu profil balnear, aspect ce evidențiază diferențele de mentalitate dintre localnici. Valoarea stocului de emergie pentru anul 2011 se ridică la 4.92 E+20 (vezi tabelul 28).

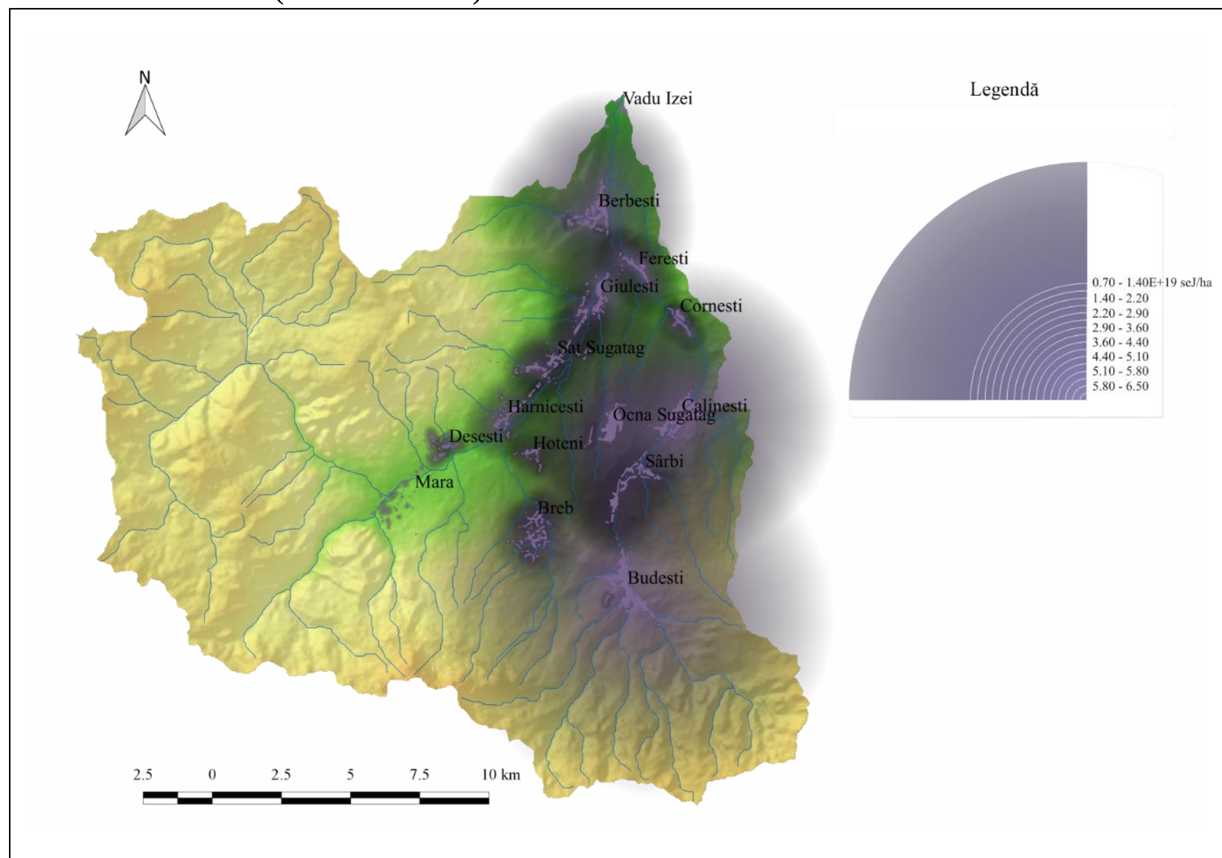


Figura 29. Harta reprezentând concentrarea stocului de emergie în clădirile destinate locuirii

- **Infrastructura de transport**

Infrastructura rutieră reprezintă deocamdată singura opțiune prin care comunicațiile şi fluxul de persoane, respectiv materii prime se pot desfăşura în cadrul bazinului Marei. Rețeaua poate fi structurată ierarhic după criteriul axelor de gravitație ce valorifică avantajele morfo-structurale. Excepția o constituie drumul județean 109F, cu caracter de axă structurantă, singurul drum de interfluviu din bazinul Marei.

Se încadrează ca axe structurante drumul național DN 18, ce trece pe Valea Marei, alături de drumul județean 109 F, cu trecere prin localitatea Ocna Şugatag, care în urma lucrărilor de modernizare întreprinse în anii precedenți preia rolul de axă structurantă în estul bazinului, în detrimentul culoarului Cosăului. Drumul județean 186B devine axa structurantă dedublată, punctele de joncțiune Budești-Ferești preluând respectiv dispersând fluxurile secundare.

Legăturile cu restul teritoriului maramureşean se fac înspre nord pe la Vadu Izei, punct nodal de convergență şi dispersie. Interrelațiile cu axa văii Izei se realizează fie la Călineşti,

prin intermediul unui drum intercomunal de interfluviu, fie pe la Vadu Izei. Comunicarea între principalele axe ale bazinului se realizează prin intermediul drumului comunal Hărnicești – Hoteni – Ocna Șugatag - Budești. În lucrarea de față valoarea emergetică a stocului de materie nu a fost analizată.

Parcul auto deținut de populația locală se constituie ca cea de-a doua formă de capital antropic, practic un exponent secundar de valorificare a capitalului financiar. În tabelul de mai jos sunt redate valori orientative asupra stocului de masă și emergie pentru acest tip de capital în anul 2014. Conform tendinței la nivel regional, parcul auto din bazinul Marei se mărește cu circa 70 - 80 de autovehicule anual, luând în calcul și procentul de radieri din sistem. Valoarea emergetică totală a stocului de autovehicule se ridică la aproximativ 3.79 E+19 seJ. În bazinul Marei, cele mai multe autovehicule sunt deținute de locuitorii cumunei Ocna Șugatag, cu peste 1000 de unități (vezi tabelul 29).

categorie	unități standard de măsură (masă / energie)	comune					
		Vadu Izei	**Budești**	**Călinești**	**Ocna Șugatag**	**Desești**	**Giulești**
autovehicule 2014	unități	150	856	520	1080	656	872
autovehicule TOTAL	unități	4134					
masă autovehicule**	g	2.08E+08	1.19E+09	7.22E+08	1.50E+09	9.11E+08	1.21E+09
emergie autovehicule**	**seJ**	**1.34E+18**	**7.65E+18**	**4.64E+18**	**9.65E+18**	**5.86E+18**	7.78E+18
emergie TOTAL	**seJ**	**3.79E+19**					

Tabel 29. Valoarea emergetică a stocului brut al parcul de autovehicule (date statistice prelucrate după http://www.emaramures.ro/stiri/109821/ privind situația parcului auto regional în anul 2014 conform Registrului Auto Român, Direcția Maramureș)

** masa medie / vehicul – 1.39 tone

** **UEV** (transformitatea) pentru masă – 6.43E+09 seJ / g (Mellino et al., 2015)

- **Infrastructura de utilități și servicii**

Este compusă dintr-o gamă variată de elemente, unele fără acoperire în mediul rural (ex. instalațiile de distribuție a gazului). Cuprinde infrastructura de utilități (canalizare, apă curentă, electricitate, stații de colectare și gestionare a deșeurilor, stații de epurare, combustibili, infrastructura de furnizare servicii TV, internet), la care se adaugă serviciile de transport public, bancare, comerciale, de agrement, etc.

Acestora li se mai pot adăuga birourile Romsilva și ale altor instituții publice care conferă localităților o anumită poziție ierarhică prin rangurile obținute. Poziția în teritoriu și distanța față de principalul pol de atracție al întregii regiuni a Țării Maramureșului, municipiul Sighetu Marmației, este un alt factor de influență al raporturilor ierarhice.

Concentrarea unor servicii și facilități în localitățile rurale generează efecte în atenuarea forței de atracție a polilor urbani asupra arealelor din câmpul gravitațional. Astfel, deținerea infrastructurilor medicale și a personalului calificat în acest sens este de maximă importanță. De asemenea, domeniul serviciilor bancare sau infrastructura educațională întăresc capacitatea de polarizare a așezărilor rurale, unele dintre acestea devenind poli de creștere. Varietatea tipologiei infrastructurilor este net inferioară mediilor urbane, cel mai bine reprezentate fiind instituțiile educaționale de ciclu primar și gimnazial.

Tendințe modeste de trecere spre o economie mixtă, în care să nu predonime caracterul de subzistență al agriculturii, se observă în localitățile care se bucură de aportul unui

patrimoniu natural și material cu caracter de brand regional. În aceste localități se pot dezvolta activități specifice turismului rural sau balneo-turismului.

7.2 Tipuri de valorificare a terenurilor

Bazinul Marei, asemeni întregului Maramureş, s-a transformat la scara timpului istoric dintr-un ținut ocupat de păduri într-unul agro-forestier. Tranziția s-a efectuat pe parcursul secolelor de locuire neîntreruptă, umanizarea presupunând, întâi de toate, valorificarea potențialului cadrului natural după gradul de percepție al locuitorilor cu privire la valorea sa intrinsecă.

Configurația reliefului, prin fragmentarea moderată, a influenţat repartiția activităților antropic în teritoriu precum și modul de exploatare a resurselor aflate la îndemână.

Profilul exploatațiilor agricole se încadrează într-o dublă tipologie:

- *tipul agrar* - specific văilor și arealelor deluroase. Fondul agricol este organizat în microexploatații cu loturi ce însumează 1-5 hectare de teren;
- *tipul pastoral* – specific arealului submontan și montan cu intercalații în sectoarele deluroase prin coexistența terenuri agricole-livezi-pășuni.

- **Fondul forestier**

Fondul forestier este reprezentat de pădurile seculare maramureșene care au constituit o resursă indispensabilă de-a lungul istoriei, aici dezvoltându-se o adevărată cultură a lemnului cunoscută în toată lumea. Domeniul forestier este constituit din biocenoze aproape nealterate. Interiorul fostei cuvete lacustre se prezintă la nivel de peisaj sub forma unui mozaic de pajiști secundare și areale de pădure rarefiată.

Fondul forestier reprezintă o importantă resursă în economia regională, cunoscute fiind localitățile cu populație specializată în prelucrarea și valorificarea lemnului. Mai ales porțile și bisericile sunt construcții reprezentative pentru întregul areal al Țării Maramureșului. De asemenenea, lemnul, ca de altfel în întregul arc carpatic, se constituie ca principala resursă de combustibil utilizată pentru încălzirea locuințelor. Aspecte privind răspândirea, evoluția ți spotențialul emergetic al fondului forestier au fost prezentate detaliat în capitolul al VI-lea.

- **Terenurile agricole**

Presiunea demografică se reflectă și asupra modului de valorificare a terenurilor. Astfel, solurile de pe versanții deluroși din sectorul submontan și al unităților deluroase din depresiune, acoperite cândva de păduri de făgete, au fost valorificate până la altitudini de 600 de metri prin culturi agricole similare cu cele din luncă, dar într-un profil mixt, intercalate cu livezi de pomi fructiferi (în general măr, păr și prun).

Acestora li se adaugă suprafețele de pășunat și, izolat, pâlcuri de vegetație forestieră, reminescențe ale întinderii fostelor păduri seculare maramureșene. Acestea se individualizează ca un etaj slab antropizat, fără construcții, cu puține excepții acolo unde sunt prezente grupuri de gospodării extinse și pe versanți.

Deficiențele de fertilitate ale solurilor de pe terenurile argiloase ale versanților deluroși sunt compensate prin practicarea unei agriculturi în ciclu de rotație, ceea ce evidențiază un caracter dinamic.

Astfel, în peisaj, consecințele sunt semnificative. Arealul studiat prezintă un peisaj de tip mozaicat. Interpretarea datelor Land Corine pentru anii 2000 – 2012 (vezi tabelul 30) pun

în evidență o dinamică spațială accentuată a suprafețelor destinate practicilor agricole, în special în perioada 2000- 2006, aspect observat și în dinamica fondului forestier.

Acest proces a presupus rărirea accentuată a suprafețelor de pădure aflate în alternanță cu terenurile agricole din sectorul piemontului Marei, în principal pentru valorificarea materialului lemnos.

clase de suprafețe agricole	suprafață 2000	dinamică 2000-2006	suprafață 2006	dinamică 2006 - 2012	suprafață 2012
	ha		ha		ha
CLC 321 - 231 pășuni primare / secundare	11327.9	-709.9	10618	-4	10614
CLC 243 - 211 terenuri agricole în asociație cu suprafețe de vegetație naturală / terenuri arabile	5179	+2668.5	7847.5	-	7847.5
CLC 242 tipar complex de cultivare	68.9	+1988.5	1737.4	-	1737.4
CLC 222 livezi	-	-	-	-	179.8
CLC 131 cariere de suprafață**	82.4	-	82.4	-	82.4

Tabel 30. Dinamica suprafețelor agricole în perioada 2000 – 2012 (prelucrare după Land Corine 2000, 2006 http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/clc-2006-vector-data-version și Land Corine 2012 http://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc-2012)

Dispunerea terenurilor agricole respectă două modele ancestrale. Conform primului model,se cultivă în loturi dispuse perpendicular pe curba de nivel pe terenurile de interfluviu sau de versant slab înclinat. Al doilea model presupune dispunerea terenurilor agricole paralel pe izohipse. Agroterasarea reprezintă o practică agricolă a cărei vechime se întinde în Maramureș până în sec. al X-lea (Popa, 1997, citat de Ilieș, 2007). Impactul asupra unităților de peisaj este determinant, acestea fiind unul din elementele moștenite de la generațiile trecute și care pune în evidență caracterul de specificitate al arealului. Agroterasele îndeplinesc mai multe funcții. Extind capacitatea de producție agricolă, iar în același timp ajută la stabilizarea versanților afectați de îndepărtarea vegetației arborescente.

Terenurile agricole în alternanță cu livezi, pășuni și pâlcuri de pădure, se individualizează ca un etaj de sine stătător, având la baza izohispsei de 300 de metri terenurile agricole de luncă și terasă. Partea superioară prezintă un areal cu o dinamică spațială intensă. Continua expansiune a suprafețelor de pășunat are loc în dauna domeniului forestier. Pe baza studiului imaginilor satelitare se pot delimita arealele care prezintă întregul proces de extindere a pășunilor în detrimentul pădurilor.

Practicarea ciclurilor de rotație a culturilor presupune reducerea presiunii asupra unor terenuri agricole prin reprofilarea suprafețelor ca pășuni pentru o perioadă determinată. Studiul comparativ al tipului de valorificare a terenurilor pentru anii 2000, respectiv 2006, înfățișează schimbările survenite în ceea ce privește repartiția suprafețelor agricole prin evidențierea caracterului tranzițional al liniilor de discontinuitate dintre diversele categorii de valorificare a terenurilor.

Din punct de vedere peisagistic, vulnerabilitatea fizică a teritoriului este influențată prin alterarea calității solurilor, precum și prin expunerea acestora la eroziune. Aceasta poate fi percepută vizual prin schimbările de textură și culoare ale învelișului.

Distribuția terenurilor agricole în anul 2012 cel puțin (vezi figura 30), confirmă profilul economic preponderent agro-pastoral al arealului de studiu.

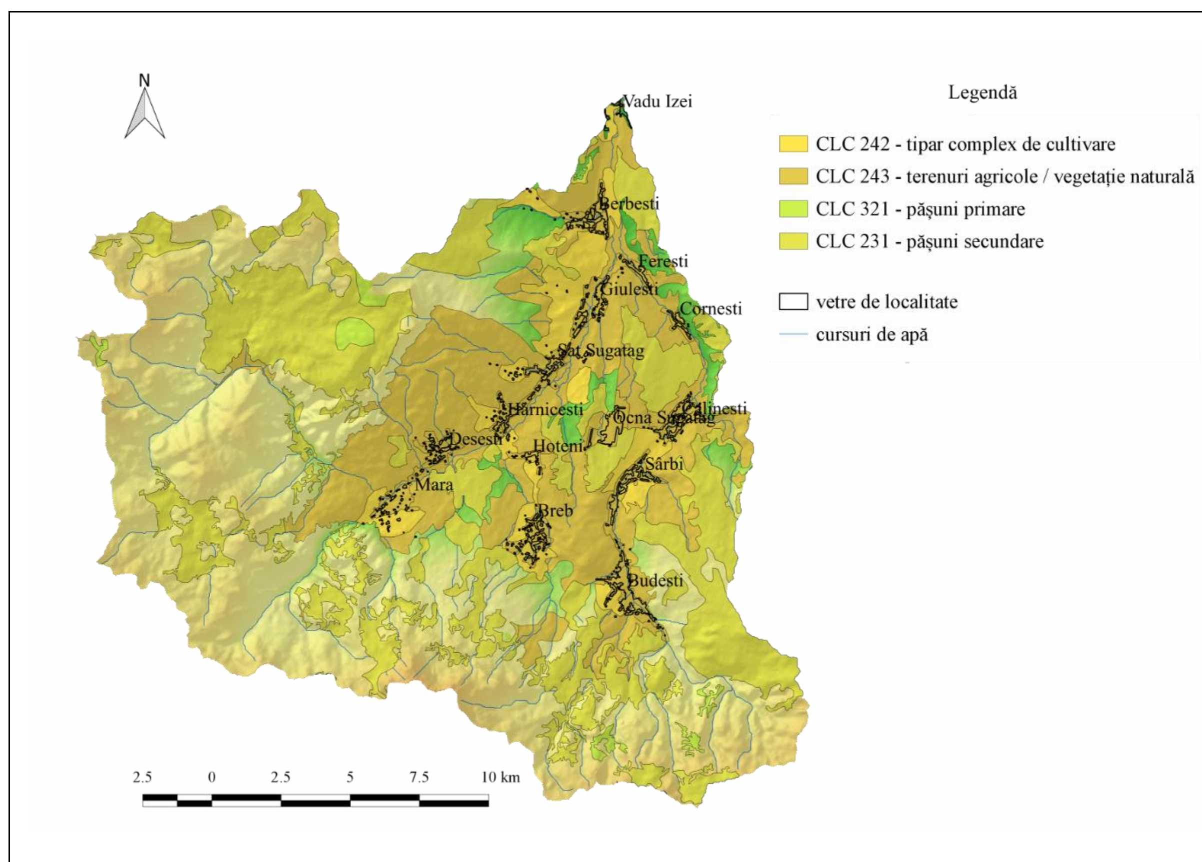


Figura 30. Harta repartiției terenurilor agricole în anul 2012 (prelucrare date CLC – Corine Land Corine)

7.2.1 Specificitatea profilului economic

Caracterul dinamic al liniilor de discontinuitate ce marchează trecerile între categorii distincte de valorificare a terenurilor precum și distribuția lor spațială oferă posibilitatea creionării trăsăturilor economice ale arealului studiat. Configurația reliefului, prin caracteristicile sale generale, se impune ca factor de influență a profilului social și a celui economic, de tip agro-pastoral.

Dinamica spațială a suprafețelor de teren evidențiază, pentru perioada cuprinsă între anii 2001 și 2010, creșteri respectiv descreșteri ale suprafețelor agricole în fiecare unitate administrativ-teritorială din bazinul Marei. Compararea datelor CLC confirmă statisticile pentru agricultură în cazul comunelor Budești și Giulești de exemplu, unde extinderea suprafețelor agricole a prevalat în detrimentul suprafețelor ocupate de păduri. În cazul localității Călinești, în Piemontul Văratecului, suprafețe de zeci de hectare au fost reîmpădurite (natural sau prin intervenții antropice).

După modul de exploatare al suprafețelor agricole se conturează câteva profile economice de bază (Ilieș, 2007). Localitățile ale căror loturi sunt axate în proporție de peste 50% pe cultura plantelor tehnice au terenuri agricole concentrate în zonele de luncă și corespund unităților administrative din ariile mai joase. Localitățile Vadu Izei, Giulești și parțial Călinești se încadrează acestui model.

Teritoriul administrativ al Călineștiului este ocupat în proporție de peste 70% de pășuni și fânețe. Printr-o organizare funciară similară, corespund acestui profil localitățile Budești și Ocna Șugatag. Acestea sunt situate înspre amonte în sectoare de interfluviu cu extinderea

suprafețelor administrate pe platoul vulcanic Igniș, respectiv pe Piemonturile Gutâi și Văratec. Creșterea animalelor predomină ca și ocupație de bază, urmată de cultivarea plantelor.

categorie	unități standard de măsură (masă / energie)	comune					
		Vadu Izei	**Budești**	**Călinești**	**Ocna Șugatag**	**Desești**	**Giulești**
exploatații agricole							
exploatații agricole	unități	552	1157	1141	1373	876	1116
suprafața medie a exploatațiilor	ha	2.15	3.95	2.86	3.60	5.39	4.12
mașini / unelte							
tractoare	unități		36	119	116	64	66
motocultoare	unități		-	-	7	7	-
pluguri pentru tractoare	unități		2	31	26	7	17
cultivatoare mecanice	unități		1	1	2	-	-
combinatoare	unități		2	1	3	1	-
grape mecanice	unități		-	9	7	2	8
semănători mecanice	unități		-	-	-	1	-
mașini pentru erbicidat	unități		-	1	-	0	-
mașini pentru erbicidat și tratamente	unități		-	-	3	0	-
motocositoare	unități		29	81	71	8	75
alte echipamente mecanizate	unități		-	-	18	2	29

Tabel 31. Echipamente mecanizate utilizate în agricultură în anul 2010 (prelucrare după Recensământul General Agricol, http://www.rga2010.djsct.ro/inceput.php?cod=71&codj=24)

Interpretarea datelor statistice referitoare la timpul alocat activităților agricole (vezi tabelul 31) pune în evidență încă o dată profilul agro-pastoral al bazinului Marei. Mai mult de jumătate din locuitorii aflați în câmpul muncii alocă între 25 și 50% din timpul de lucru activităților agricole.

categorie	unități standard de măsură (masă / energie)	comune					
		Vadu Izei	**Budești**	**Călinești**	**Ocna Șugatag**	**Desești**	**Giulești**
forța de muncă							
forța de muncă angrenată în activități agricole	persoane	429	2615	1484	3184	2213	2781
unități anuale de muncă**							
UAM 0 – 25% (490 ore / persoană)	persoane	193	1174	667	1629	758	1399
	ore/an	2.10E+5	5.70E+05	3.26E+05	7.98E+05	3.71E+05	6.80E+05
UAM 25 – 50% (980 ore / persoană)	persoane	107	751	371	499	505	775
	ore/an	1.04E+05	7.35E+05	3.63E+05	4.89E+05	4.94E+05	7.59E+05
UAM 50 – 75% (1470 ore / persoană)	persoane	12	191	44	299	368	300
	or /an	1.76E+04	2.80E+05	6.48E+04	4.39E+05	5.40E+05	4.41E+05
UAM 75 – 100% (1960 ore / persoană)	persoane	51	319	178	530	310	300
	ore/an	9.99E+04	3.72E+04	3.48E+05	1.03E+06	6.07E+05	5.88E+05

Tabel 31. Timpul alocat activităților agricole de către populația locală în anul 2010 (prelucrare după Recesământul General Agricol, http://www.rga2010.djsct.ro/inceput.php?cod=94&codj=24)

**UAM – unități anuale de muncă – 245 de zile lucrătoare * 8 ore de muncă = 1960 ore/an

Profilul economic reflectă buna adaptare a locuitorilor la condițiile morfo-structurale. Aceştia dețin în cadrul microfermelor terenuri fărâmițate şi dispuse în diverse puncte din vatră, pe treapta de piemont sau în setorul montan (Popa, 1997). Sistemul rotației culturilor se constituie ca un alt element de adaptabilitate la condițiile geografice, fertilitatea solurilor fiind astfel stimulată. Creşterea animalelor a întrunit condiții ideale prin existența păşunilor de calitate în etajul superior. Localitățile cu suprafețe întinse de păşuni prezintă şi cele mai însemnate efective de animale (vezi tabelul 32).

categorie	unități standard de măsură (masă / energie)	comune					
		Vadu Izei	**Budeşti**	**Călineşti**	**Ocna Şugatag**	**Deseşti**	**Giuleşti**
bovine	unități		1335	1690	1812	1425	1847
masă (640 kg / unitate)	g		8.54E+08	1.08E+09	1.15E+09	9.12E+08	1.18E+09
Energie specifică (4772 J / g)	J		4.07E+12	5.16E+12	5.53E+12	4.35E+12	5.64E+12
EMERGIE**	**seJ**		**8.15E+18**	**1.03E+19**	**1.10E+19**	**8.70E+18**	**1.12E+19**
cabaline	unități		317	158	214	112	268
masă (450 kg / unitate)	g		1.42E+08	7.11E+07	9.63E+07	5.04E+07	1.20E+08
Energie specificã (4897.6 J / g)	J		6.98E+11	3.48E+11	4.71E+11	2.46E+11	5.90E+11
EMERGIE**	**seJ**		**1.39E+18**	**6.96E+17**	**9.43E+17**	**4.93E+17**	**1.18E+18**
ovine	unități		3795	3246	3962	3107	7959
masă (50 kg / unitate)	g		1.89E+08	1.62E+08	1.98E+08	1.55E+08	3.97E+08
Energie specificã (8120.8 J / g)	J		1.54E+12	1.31E+12	1.60E+12	1.26E+12	3.23E+12
EMERGIE**	**seJ**		**3.08E+18**	**2.63E+18**	**3.21E+18**	**2.52E+18**	**6.46E+18**
caprine	unități		532	106	95	210	556
masă (64kg / unitate)	g		3.40E+07	6.78E+06	6.08E+06	1.34E+07	3.55E+07
Energie specifică (4479 J / g)	J		1.52E+11	3.03E+10	2.73E+10	6.01E+10	1.59E+11
EMERGIE**	**seJ**		**3.05E+17**	**6.06E+16**	**5.44E+16**	**1.20E+17**	**3.18E+17**
suine	unități		773	1121	861	837	1834
masă (61 kg/ unitate)	g		4.71E+07	6.83E+07	5.25E+07	5.10E+07	1.11E+08
Energie specificã (4772 J / g)	J		2.25E+11	3.26E+11	2.50E+11	2.43E+11	5.33E+11
EMERGIE**	**seJ**		**4.50E+17**	**6.52E+17**	**5.01E+17**	**4.87E+17**	**1.06E+18**
păsări	unități		4689	5443	5789	5835	4678
Masă (1.8 kg / unitate)	g		8.44E+06	9.79E+06	1.04E+07	1.04E+07	8.44E+06
Energie specifică (4562 J / g)	J		3.85E+10	4.46E+10	4.75E+10	4.75E+10	3.85E+10
EMERGIE**	**seJ**		**7.70E+16**	**8.93E+16**	**9.50E+16**	**9.50E+16**	**7.70E+16**
EMERGIE TOTAL	**seJ**		**1.34E+19**	**1.44E+19**	**1.58E+19**	**1.24E+19**	**3.09E+19**

Tabel 32. Stocul de masă / emergie în efectivele de animale (prelucrare după http://www.rga2010 .djsct.ro/inceput .php?cod=36&codj=24, Recensământul General Agricol 2010)
** UEV (transformitatea) pentru masă – 2.00E+06 sej / J (Brown, 1996)

Acest aspect pune în evidență încă o dată caracterul agro-pastoral al economiei locale. Acesta este cazul comunei Giuleşti, cu efective aproape duble față de restul comunelor din arealul de studiu. Valoarea emergetică a efectivelor de animale din toate comunele se ridică la 3.09 E+19 seJ (vezi tabelul 32). În bazinul Marei se practică păstoritul local în hotarele satelor, condițiile geografice neimpunând adoptarea transhumanței.

Tendințe de diversificare a profilului economic pot fi observate în câteva areale din sectoarele de piemont și munte sau de la confluența Marei cu râul Iza. Sectorul de amonte al Marei prezintă un profil semi-industrial axat pe exploatarea lemnului. Comuna Desești beneficiază de un fond forestier important, cu suprafețe împădurite în proporție de peste 50%. Tendințe de semi-industrializare se pot observa și în comuna Vadu Izei, în peisajul rural vădean făcându-și apariția adevărate fabrici axate pe prelucrarea materialului lemnos.

Presiunea exercitată asupra terenurilor arabile a favorizat în timp perpetuarea unor elemente de specificitate în practica agricolă, reprezentate de agroterasarea versanților deluroși. Agroterasarea devine element de specificitate peisagistică în special în sectorul de prelungire a Piemontului Văratecului. Acestea se impun ca elemente distincte, moștenite în peisajul agrar al bazinului.

În practica agricolă gradul de mecanizare este scăzut. Mecanizarea agricolă reprezintă o formă de *capital antropic secundar* (vezi tabelul 31), fiind utilizată în special în procesul de pregătire a terenurilor arabile sau pentru transportul produselor agricole. O parte din utilajele grele (tractoarele) sunt folosite și la *exploatarea forestieră*.

În concluzie, profilul economic al așezărilor din bazinul Marei este unul preponderent agro-pastoral cu tendințe de industrializare în sfera exploatării și prelucrării lemnului. Gospodăriile sunt organizate în microferme iar fragmentarea intensivă a loturilor de teren în suprafețe de 1-5 hectare (vezi tabelul 31) imprimă spațiului o textură mozaicată. Fragmentarea terenurilor este proporțională cu extinderea teritoriului comunelor, așezările cu suprafețe administrative mari având media cea mai ridicată (vezi tabel 29).

7.2.2 Indicele de management al terenurilor

Managementul terenurilor influențează considerabil susceptibilitatea solurilor la eroziune deoarece implică atât problematica practicilor agricole cât și pe cea a gestiunii fondului forestier.

Indicele de management al terenurilor, cunoscut în literatura de specialitate ca și factorul C, este un indicator care exprimă influența modului de gestiune a terenurilor asupra susceptibilității la eroziune a solurilor. Se consideră că vegetația primară are rol de protector al cuverturii edafice în timp ce terenurile arabilesunt expuse la degradare. Factorul C este utilizat, alături de alți indicatori, ca variabilă spațială cantitativă în diverse modele de calcul a gradului de susceptibilitate la eroziune a solurilor, potențial calculat în cadrul acestei lucrări prin intermediul modelului USLE.

Pe lângă vegetația primară, practica agricolă asociată precum și caracteristicile morfometrice ale terenurilor luate în cultură pot să accelereze rata de eroziune a solurilor și reprezintă singura variabilă asupra căreia decidenții ar putea să acționeze direct, prin politici de management corecte în vederea reducerii acestui risc (Panagos et al., 2015).

Pentru bazinul Marei, factorul C a fost estimat utilizând funcțiile Quantum GIS prin introducerea ca date atribut a coeficienților (preluați din surse bibliografice) specifici claselor de vegetație Land Corine 2012. Conform metodologiei propuse de Panagos (Panagos et al., 2015), cu cât factorul C se apropie de valoare maximă 1, cu atât gradul de susceptibilitate la eroziune este mai ridicat.

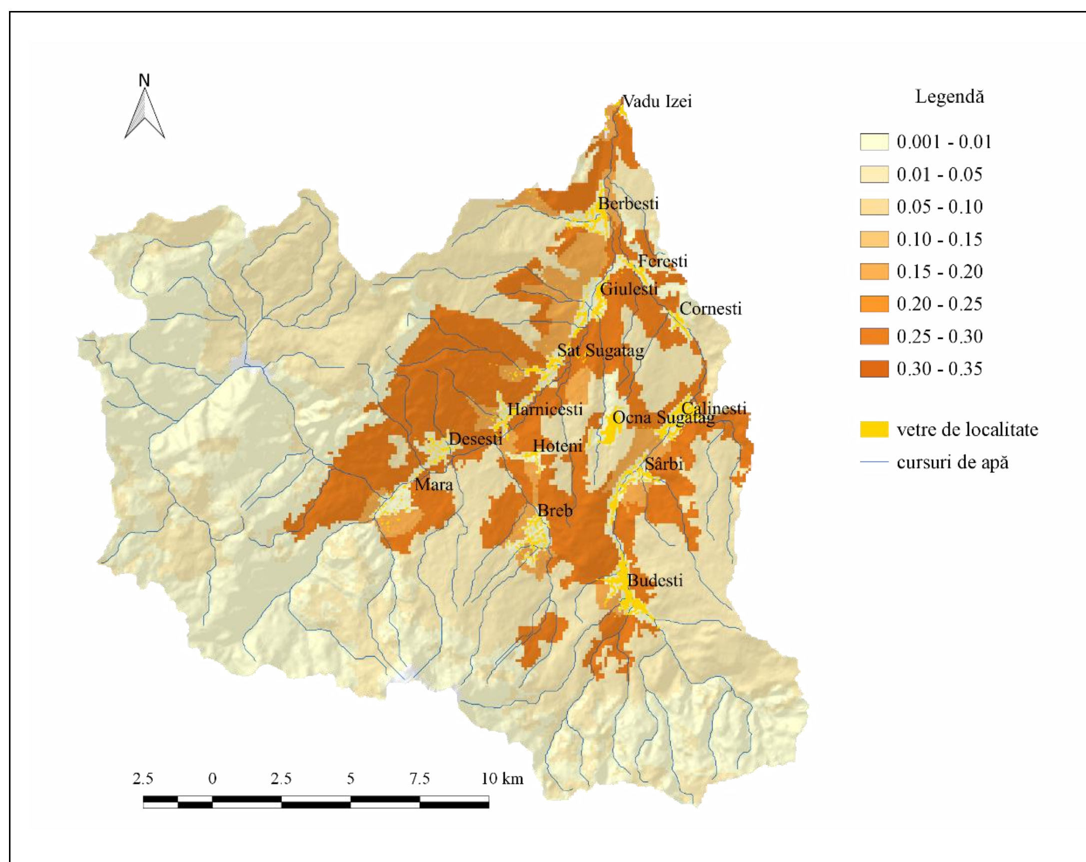


Figura 31. Harta repartiției indicelui de management al terenurilor (factorul C)

În bazinul Marei, indicele factorului C variază între 0.001, pentru suprafețele acoperite cu păduri seculare și un maxim de 0.35 pentru terenurile arabile situate în sectoarele de lunci, terase și pe treptele de piemont. Terenurile cu indice de 0.30 acoperă o bună parte din sectorul de depresiune (Piemontul Marei în special). Valori apropiate de 1 pot fi acordate doar arealelor unde se practică agricultura în sistem intensiv.

8. FLUXURI DE ENERGIE ÎN BAZINUL MAREI

Fluxurile de energie se definesc ca rate de transfer energetic exprimat per unitatea de suprafață, în timp, ca măsură a intensității și a capacității acestora de a genera lucru. Procesele geologice (vulcanismul, cutremurele, formarea zăcămintelor de minerale și combustibili etc.) și orografice pot fi explicate prin proprietățile energiei radioactive de a se transforma din interior. În cadrul proceselor de suprafață, acțiunea factorilor responsabili cu eroziunea sau acumularea de stocuri biologice este rezultatul transformărilor energiei solare prin intermediul proceselor climatice și biologice.

Energia solară, cea mai importantă sursă de energie, poate fi stocată în mai multe moduri. Ca energie potențială (cinetică) mobilizabilă sub efectul forței gravitaționale prin intermediul apelelor curgătoare, energiei chimice (latente) a vaporilor de apă din atmosferă sau ca energie stocată de organismele biologice. Pe măsură ce energia traversează un lanț de transformări, printr-un proces ireversibil, circa 90% din cantitate se pierde sub formă de căldură la fiecare prag de trecere. Prin urmare, doar 10% din energia disponibilă este folosită concret. Principala contribuție în acest sens a teoriei emergiei este faptul că, observând succesiunea transformărilor energiei prin procesele din natură, s-a reuşit măsurarea diferențelor calitative a energiei pe măsura trecerii acesteia prin faze succesive de transformare. Această reuşită a devenit unul din principalii piloni ai teoriei.

8.1 Resurse energetice naturale regenerabile de tip flux (de intrare)

Orice tip de energie utilă are la bază o sursă de energie regenerabilă sau neregenerabilă naturală. În continuare, definim resursele de energie regenerabile de tip flux ca fiind acele tipuri de resurse permanent disponibile în cantități nelimitate, chiar și atunci când sunt valorificate (Odum, 2001) activ de natură sau de oameni prin procesele naturale, producție primară (biologică), practici agricole sau industriale. Din punct de vedere al umanizării spațiului, cu cât gradul de valorificare economică a acestor tipuri de resurse este mai mare, cu atât aportul de **emergie** al produselor rezultate va fi mai mare. *Chiar dacă nu sunt atât de prezente în economie, la momentul actual oamenii se bucură de contribuția acestor tipuri de energie în principal prin serviciile ecosistemice pe care natura le oferă.*

În bazinul Marei, sursele de energie regenerabilă sunt compuse din energia geotermică, ca formă de energie potențială endogenă, alături de energia solară, ca formă de energie potențială exogenă, din care derivă celelalte tipuri – energia precipitațiilor și a vântului.

8.1.1 Energia geotermică – potențialul geotermic endogen

Considerată o sursă de energie regenerabilă, energia geotermică este înțeleasă nu doar ca și căldura conținută în interiorul Pământului, ci ca fracție a gradientului caloric ce poate fi valorificat de către factorul antropic (Dickson et al., 2004, citat de Norden et al., 2011).

Temperatura crește în baza unui gradient geotermic proporțional cu adâncimea în scoarța terestră. În apropierea suprafeței, în zonele neafectate de vulcanism sau tectonism constanța gradientului geotermic are valoarea medie de circa 2.5° C / 100 de metri. Variabilitatea locală sau regională față de acest prag reprezintă o funcție a proprietăților de conductivitate termică a rocilor. Energia geotermică își poate pierde acest “statut“ printr-o exploatare intensivă, acolo unde avem de a face doar cu un vulcanism remanent, al cărui

apogeu de activitate s-a înregistrat cu milioane de ani în urmă. În Islanda, considerată țara energiei geotermice, această resursă este exploatată doar în locurile în care gradientul geotermic este de peste 4 ° C / 100 de metri. Fluxul constant de căldură către suprafață se măsoară în W/m^2, iar media în regiunile continentale este de circa 0.06 W/m^2. Din păcate, la nivel global, arealele continentale pretabile exploatării energiei geotermice sunt limitate ca întindere.

crt	item	unități standard de măsură	date / an	unități standard energie	energie J / an	UEV** sej / J	emergie seJ / an
Resurse regenerabile diponibile local (R)							
1	**ENERGIA GEOTERMICĂ**			**J/an**	**1.17E+15**	**2.00E+04**	**2.34E+19**
	fluxul geotermic	W/m²	9.00E-02	J/m²/an	2.85E+06		
		W/ha	9.00E+02	J/ha/an	2.85E+10		
	suprafața bazinului	m²	4.10E+08				

Tabel 34. Cuantificarea fluxului geotermic

**UEV (transformitatea) pentru energia geotermică 2.00E+04 seJ/J (Brown&Ulgiati, 2010)

Cuantificarea potențialului geotermic al bazinului s-a realizat prin identificarea datelor numerice privind fluxul geotermic la suprafață exprimat în mW/m^2. În prima fază, datele au fost obținute de pe platforma cartografică a Institutului Geologic Român, (http://harti.igr.ro/geofizica-v1) pentru un număr de 30 de puncte (alături de coordonatele geografice).

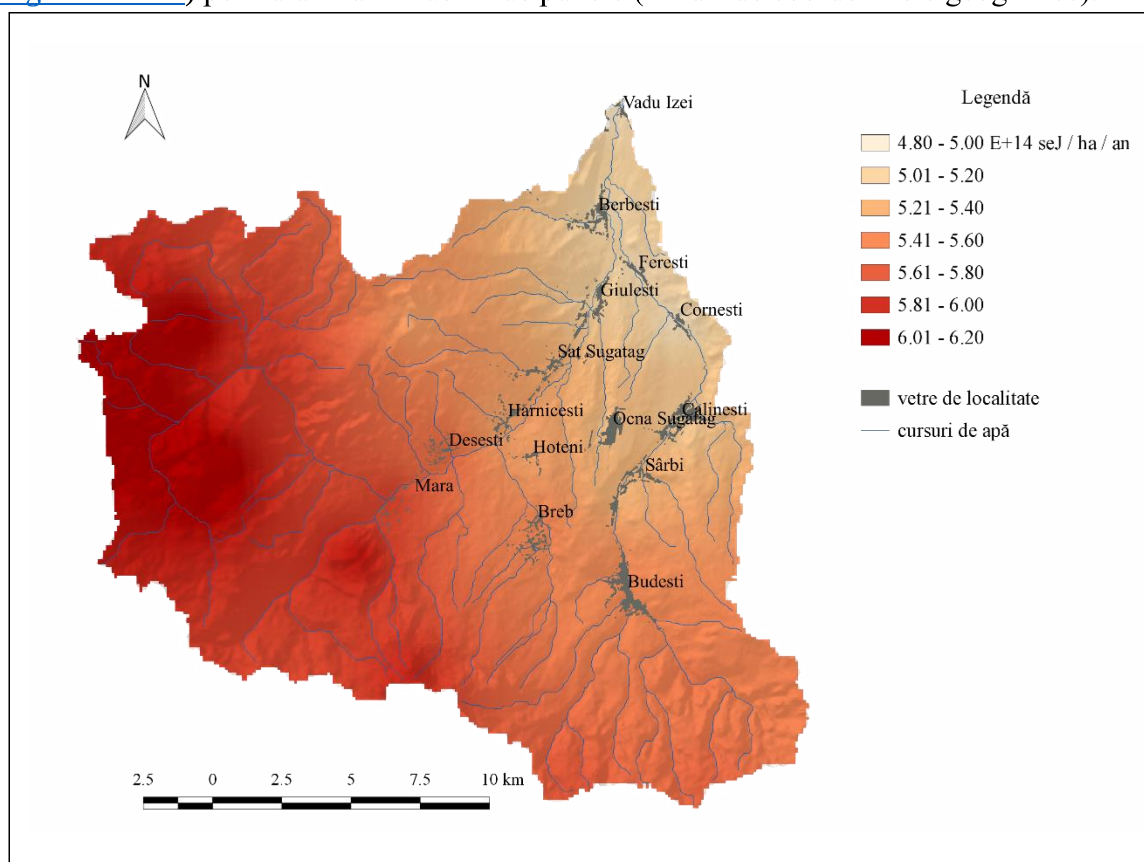


Figura 32. Harta distribuției fluxului geotermic exprimat în unități de **emergie**

Valorile punctelor au fost introduse în programul Quantum GIS, printr-un strat vectorial suprapus peste modelul digital al terenului. Interpolarea s-a realizat folosind funcția

GDAL interpolation, urmată apoi de aplicarea unor funcții statistice pentru determinarea numerică a potențialului geotermic și convertirea datelor în unități de **emergie**.

Media fluxului geotermic de suprafață în bazinul Marei este de circa 0.09 W/m^2, valoare insuficientă pentru valorificarea la scară largă al acestui tip de potențial ca sursă de energie termică. Areale din platoul Igniș, formate din roci bazaltice, prezintă valori mai ridicate ale acestui tip de energie, cu valori de emergie cuprinse între 6.00 și 6.20 seJ/ha/an. Aceste valori sunt parțial explicabile și prin proprietățile termice ale rocilor andezito-bazaltice, cunoscute ca fiind bune conductoare termice (cca. 1.87 – 2.26 W/(m K), Eppelbaum et al., 2014).

Din punctul de vedere al valorificării antropice, bazinul Marei se află într-o regiune cu valori mai ridicate ale gradientului geotermic față de restul țării datorită vulcanismului neogen remanent. Conform clasificării resurselor geotermale (Norden et al, 2011), care ia în calcul temperatura rezervoarelor, arealul se încadrează în clasa energetică cu *entalpie joasă,* temperaturile nedepășind 150º C. Acest lucru se traduce printr-un potențial limitat. Exploatată la scară redusă, această sursă de energie poate fi utilizată pentru încălzirea locuințelor prin intermediul unor instalații domestice de mică adâncime, de tipul pompelor de căldură, inclusiv în sectorul de depresiune. *În funcție de performanța instalațiilor și localizarea cu precizie a celor mai potrivite areale, este posibilă chiar obținerea energiei electrice, aspect care ar reduce presiunea asupra râurilor ca resursă hidroenergetică.*

8.1.2 Energia solară – exponent al potențialului energetic exogen

Energia solară reprezintă o formă de energie extrem de diluată. Aceasta stă la baza tuturor transformărilor energetice dintr-un sistem și este principalul factor denominator în metodologia utilizată în această lucrare. Cantitativ, reprezintă a treia sursă de energie ca importanță, după energia precipitațiilor și cea geotermică.

Din punct de vedere practic, aceasta este eficientă atunci când este folosită activ de către plante prin fotosinteză și pasiv de către oameni. Simpla orientare potrivită a clădirilor față de Soare poate genera beneficii de pe urma încălzirii pasive a locuințelor, fără niciun cost suplimentar. La o scară spațială și temporală mai extinsă, energia solară este capabilă să genereze „lucru geologic" (Odum, 2001), modelând direct sau indirect peisajul. Biosfera utilizează cel mai eficient energia solară pentru producția și stocarea de materie organică, sub diversele ei forme, prin intermediul reacțiilor biochimice prin care transformă energia solară în masă organică. Cu cât timpul de acumulare este mai mare, cu atât conținutul energetic / **emergetic** este mai ridicat. Cuantificarea energiei calorice în cazul pădurilor seculare, comparativ cu plantațiile forestiere reprezintă exemplu edificator în acest sens.

Față de potențialul energetic geotermic, energia solară nu este disponibilă mereu. Acest fapt se datorează mișcării de rotație a Pământului, ceea ce îi imprimă un ritm circadian, aspect ce deviază oarecum de la enunțul clasic al disponibilității resurselor regenerabile. De asemenea, datorită formei geoidale, acest potențial nu este exploatabil la toate latitudinile pe glob. Distribuția energiei solare la suprafață mai este influențată și de curbura și orientarea acesteia.

La nivel de țară, România se încadrează în categoria de potențial B (http://www.cnecc.org.cn/uploadfile/Solar%20Energy%20in%20Romania.pdf), fiind atractivă pentru investiții în domeniul fotovoltaic, în special în zona Dobrogei și Olteniei.

În bazinul Marei, potențialul energiei solare directe, parametru luat în calcul la cuantificarea fluxului de energie solară, este influențat de configurația reliefului, precum și de valorile de albedo ale suprafeței, la care se adaugă particularitățile climatice.

crt	item	unități standard de măsură	date / an	unități standard energie	energie J / an	UEV** sej / J	emergie seJ / an
Resurse regenerabile diponibile local (R)							
2	**ENERGIA SOLARĂ**			**J/an**	**1.47E+18**	**1.00E+00**	**1.47E+18**
	flux de energie solară directă	Kcal/m²/an	8.58E+05	J/m²/an	3.59E+09		
		Kcal/ha/an	8.58E+09	J/ha/an	3.59E+13		
	suprafața bazinului	m²	4.10E+08				

Tabel 35. Cuantificarea fluxului de energie solară directă
**UEV (transformitatea) pentru energia solară 1.00E+00 sej/J (Odum, 1996)

Aspecte legate de repartiția radiației la suprafață au fost detaliate într-unul din capitolele anterioare. Valoarea emergetică a acestui tip de flux se ridică la aproximativ 1.47 E+18 seJ/an, cu o medie de 3.60 E+13 seJ/ha/an (vezi tabelul 35 și fig. 33). Valorile cele mai ridicate sunt specifice versanților sudici. Ca potențial de capturare și utilizare eficientă a acestei resurse de către comunitate, tehnologiile fotovoltaice pot fi luate în considerare doar individual, la nivel de gospodărie. Asemeni potențialului geotermic, costurile de implementare sunt ridicate. Acestora li se adaugă provocările tehnice (suprafață mare acoperită cu panouri, eficiență modestă, incapacitate de stocare etc.).

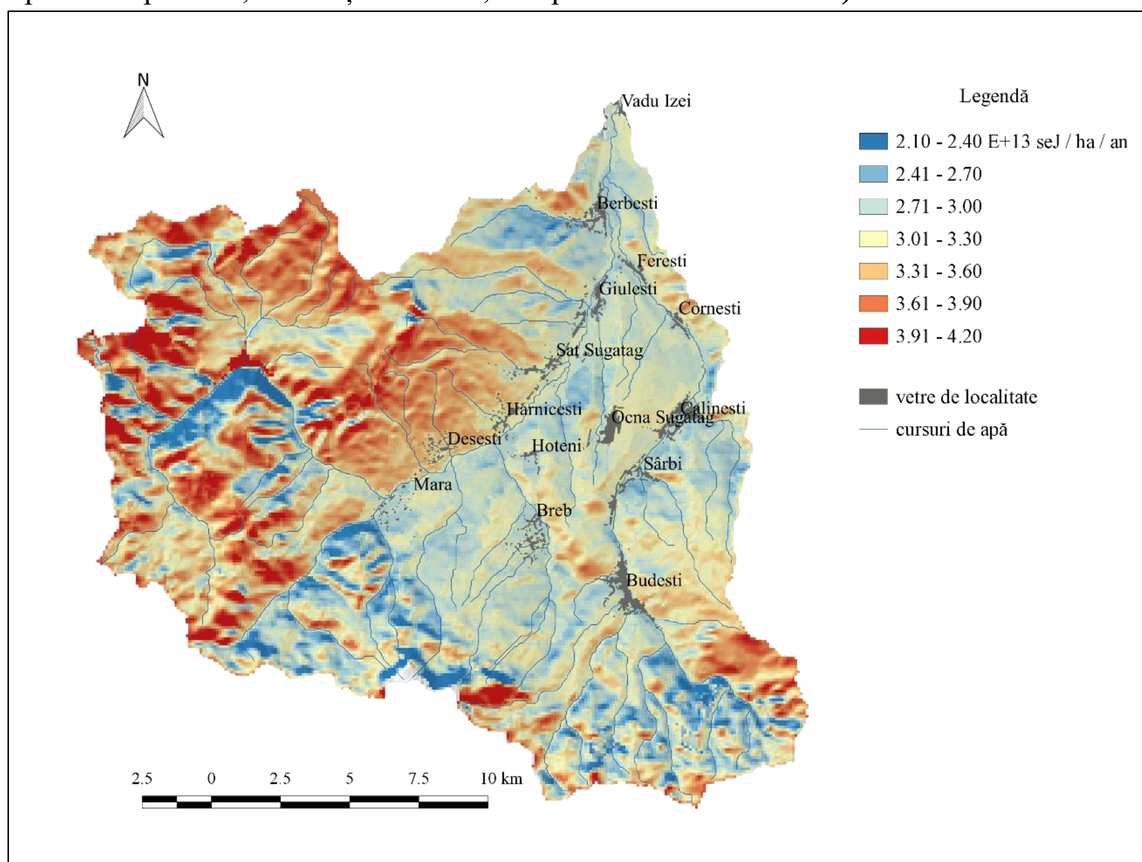


Figura 33. Harta distribuției fluxului de energie solară exprimat în unități de **emergie**

Pentru comunitățile rurale din bazinul Marei, întrebuințarea pasivă a acestei resurse reprezintă cea mai la îndemână soluție, fără uzul unei infrastructuri tehnologice complicate și costisitoare. Acest tip de valorificare a energiei solare exploatează la maximum potențialul climatic local prin direcție, grad de acoperire a cerului cu nori, precipitații etc., precum și avantajele de poziție. Costurile de întreținere a unei locuințe pot fi reduse substanțial prin aplicarea unor metode discrete de design. Acestea sunt capabile să sporească randamentul de stocare a energiei solare în timpul zilei, inclusiv iarna când cantitatea de radiație este scăzută, și să o elibereze pe timpul nopților reducând factura de întreținere și implicit presiunea asupra resurselor forestiere. Aceleași metode de design pot contribui și la răcirea locuințelor pe timpul verii.

8.1.3 Energia eoliană – potențialul energetic al suprafeței de contact

Deși fără un rol activ în economia locală, energia vântului participă indirect la aceasta, prin contribuțiile în formarea sistemelor atmosferice generatoare de precipitații, energizarea procesului de transpirație și transfer al gazelor sau polenizare. Contribuția în procesele de meteorizare a rocilor, proces deosebit de important în geneza pedologică este, de asemenea, importantă. Populația bazinului utilizează această resursă într-un mod pasiv. Vântul reprezintă o formă de energie mai concentrată decât energia solară, aspect reflectat din punct de vedere metodologic prin coeficientul de transformitate. Energia eoliană este atât de dispersată încât necesită structuri costisitoare, de mari dimensiuni, pentru a putea fi captată și convertită în energie utilă economiei.

crt	item	unități standard de măsură	date / an	unități standard energie	energie J / an	UEV** sej / J	emergie sej / an
Resurse regenerabile diponibile local (R)							
3	**ENERGIA EOLIANĂ**			**J/an**	**1.24E+14**	**1.58E+03**	**2.04E+17**
				J/m²/an	**3.10E+05**		
				J/ha/an	**3.10E+09**		
	viteza medie a vântului la 10 m H	m/s	4.40E+00				
	densitatea aerului	kg/m^3	1.30E+00				
	vântul geostrofic (în funcție de latitudine, la 1000 m H, 15^0C T)	m/s	1.37E+00				
	viteza absorbită	m/s	1.70E-01				
	coeficientul de rezistență	%	3.00E-03				
	suprafața bazinului	m²	4.10E+08				
	secunde / an	s	3.15E+07				

Tabel 36. Cuantificarea fluxului de energie eoliană
**UEV (transformitatea) pentru energia eoliană 1.58E+03 sej/J (Brown&Ulgiati, 2013)

Pentru cuantificarea acestui tip de potențial s-a utilizat algoritmul algebric de mai jos.

(Densitatea)*(coeficientul de rezistență)*(vântul geostrofic^3)*suprafața*(secunde/an)

**(după Odum, 1997)

Datele numerice ale parametrilor au fost obținute din surse bibliografice iar mai apoi manipulate cu ajutorul funcției raster calculator a programului Quantum GIS. Rezultatele sunt

notate în tabelul 36. S-a pornit de la premisa că, având în vedere extinderea spațială a bazinului, energia eoliană este distribuită uniform la suprafața acestuia.

Vânturile cu viteze scăzute posedă energie redusă. Variabilitatea vitezei de-a lungul unui an transformă vântul într-o resursă dificil de valorificat. În multe părți ale lumii, vânturile sunt fie prea reduse ca intensitate pentru a putea fi valorificate în acel moment, fie prea puternice, periclitând integritatea echipamentelor.

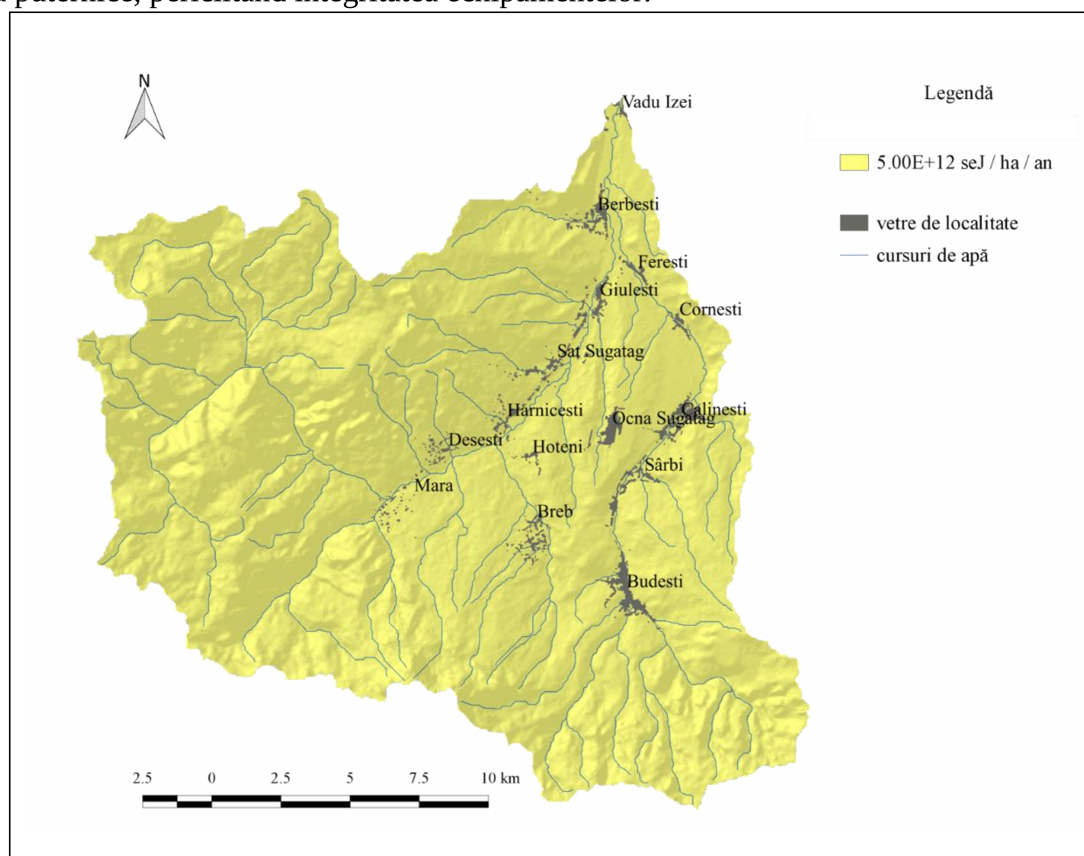


Figura 34. Harta distribuția fluxului de energie eoliană de suprafață exprimat în unități de **emergie**

În bazinul Marei, valoarea emergetică a energiei eoliene se ridică la 2.04 E+17 seJ/an (vezi tabelul 36). Cu o medie de 5.00 E+12 seJ/ha/an (vezi figura 34) vântul reprezintă energia regenerabilă cu potențialul cel mai redus, atât cantitativ cât și calitativ. Aceasta se pretează valorificării antropice prin mijloace de design, la ventilarea locuințelor.

8.1.4 Energia precipitațiilor – potențialul energetic fizic și chimic (evapotranspirația)

Forța motrice a circuitului apei în natură în general și a precipitațiilor în special este energia provenită de la Soare. Suprafața terestră absoarbe mai multă radiație solară decât pierde prin emisivitate. Surplusul este cedat atmosferei sub forma energiei latente prin procesul de evaporație. Energia latentă este eliberată din nou în atmosferă o dată cu formarea nebulozității și căderea precipitațiilor. Acestea reprezintă componenta de bază a circuitului apei în natură și principalul factor de alimentare a stocurilor de apă dulce. În procesul de autoorganizare al bazinelor hidrografice acționează două fluxuri separate. Contribuția bugetului energetic al precipitațiilor poate fi diferențiată în funcție de natura potențialului sub două forme distincte: fizică și chimică.

- **Potențialul energetic chimic (evapotranspirația)**

În circuitul său apa "poartă" potențialul chimic al purității sale relative față de apa salină a mării din care s-a evaporat prin acțiunea radiației solare și a vântului. Potențialul chimic al apei este cel mai bine valorificat de învelișul vegetal în procesul de producție primară (Odum, 1996). Evapotranspirația potențială este un parametru complex, determinat de o serie de variabile meteorologice importante – temperatură, gradul de însorire, viteza vântului, umiditatea atmosferică – și controlează schimbul de energie și masă între suprafața activă și atmosferă (Croitoru el al., 2013).

Acesta poate fi estimat cantitativ folosind o tipologie variată de algoritmi. Într-un mod empiric, evapotranspirația potențială poate fi derivată cu ajutorul ecuației Turc (Mellino et al., 2014), sau Penman-Montheith, ecuație consacrată și recomandată de Organizația pentru Agricultură și Alimentație - FAO (Croitoru et al., 2013). În studiul de față, s-a optat pentru estimarea evapotranspirației potențiale în programul Quantum GIS folosind ecuația Turc întrucât aceasta a dat rezultate mulțumitoare în regiunile cu temperaturi medii anuale între 0 și 25º C (Kriiger et al., 2001, în Mellino et al., 2014).

$$ET_m = \frac{P}{\sqrt{0.9 + P^2/L^2}} /1000 \quad // \quad ET(J) = ET_m * \rho * G$$

unde

ET_m – evaporația potențială (m)

P – raster reprezentând cantitatea medie multianuală de precipitații în perioada 1950-2000 (mm/an) în bazinul Marei

L – 300 + 25T+0.05T, T – temperatura medie multianuală (7.6° C)

ρ– densitatea apei (1000 g/l)

G – energia liberă Gibbs (4.94 J/g)

Evapotranspirația potențială la nivelul bazinului Marei se situează în jurul valorii de circa *429 mm/m²/an* și aproximează calculele empirice efectuate pe categorii de vegetație. Din punct de vedere emergetic, valoarea evapotranspirației potențiale în bazinul Marei se situează în jurul valorii de 5.53 E+18 seJ/an (vezi tabelul 37). Rata de evapotranspirație se apropie de media valorilor moderate, de tip intracarpatic (Croitoru et al., 2013), arealul fiind poziționat în calea maselor de aer vestic și ferite de influențele subtropicale cu efect de aridizare care afectează regiunea de sud a țării.

	item	unități standard de măsură	date / an	unități standard energie	energie J / an	UEV** sej / J	emergie seJ / an
Resurse regenerabile de tip flux diponibile local (R)							
4	**POTENȚIALUL CHIMIC (EVAPOTRANSPIRAȚIA)**	**m/an**	**1.76E+07**	**J/an**	**8.70E+11**	**6.36E+03**	**5.53E+18**
		m/m²/an	**4.29E-01**	J/m²/an	**2.12E+06**		
		m/ha/an	**4.29E+03**	J/ha/an	**2.12E+10**		
	precipitații medii anuale (1950 – 2000) la suprafața bazinului	m/an	3.26E+08				
	densitatea apei	g/l	1.00E+03				
	energia liberă Gibbs	J/g	4.94E+00				

Tabel 37. Cuantificarea fluxului de energie / **emergie** prin procesul de evapotranspirație

**UEV (transformitatea) pentru energia chimică a precipitațiilor 6.36+03 sej/J (Brown&Ulgiati, 2013)

- **Potențialul energetic fizic al precipitațiilor și al râurilor**

Energia din sistemele atmosferice este mult mai concentrată decât energia solară din care derivă, întrucât cea mai mare parte a radiației solare a fost utilizată în procesul de convecție. Precipitațiile rezultate în urma condensării vaporilor de apă în atmosfera joasă și căzute la suprafața terestră, în funcție de particularitățile de altitudine ale acesteia, reprezintă o nouă formă de concentrare a energiei geopotențiale.

Energia precipitațiilor, prin acțiunea mecanică a picăturilor de ploaie asupra solului, a rețelelor hidrografice complexe ce sculptează peisajul sau prin acțiunea ghețarilor, are capacitatea de a "depune" cel mai eficace efort geologic. Acest tip de energie reprezintă în majoritatea părților lumii principalul agent modelator al reliefului. Apa din precipitații se infiltrează în sol și roci, se evaporă iar surplusul ia forma geopotențială prin prisma frecării apei de suprafața topografică sub acțiunea gravitației. Scurgerea în suprafață și cea liniară modelează relieful în amonte și distribuie sedimentele erodate în aval.

	item	unități standard de măsură	date / an	unități standard energie	energie J / an	UEV** sej / J	emergie seJ / an
Resurse regenerabile de tip flux diponibile local (R)							
5	**POTENȚIALUL ENERGETIC AL PRECIPITAȚIILOR**	**m/an**	**1.76E+07**	**J/an**	**1.61E+15**	**1.76E+04**	**2.84E+19**
		m/m²/an	**7.96E-01**	J/m²/an	**2.37E+09**		
		m/ha/an	**7.96 E+03**	J/ha/an	**2.37E+13**		
	precipitații medii anuale (1950 – 2000) la suprafața bazinului	m/an	3.26E+08				
	altitudinea medie a bazinului (minus altitudinea punctului de debușare)	m	4.99E+00				
	densitatea apei	g/l	1.00E+03				
	forța gravitațională	m/s²	9.81E+00				
6	**POTENȚIALUL ENERGETIC RÂURILOR**	**m³/an**	**1.51E+08**	**J/an**	**1.48E+15**	**1.09E+04**	**1.61E+19**
	Q râul Mara la vărsare	m³/s	4.78E+00				
	H la obârșie pentru râul Mara	m	1.00E+03				
	densitatea apei	g/m³	1.00E+06				
	forța gravitațională	m/s²	9.81E+00				
7	**POTENȚIALUL CHIMIC AL RÂURILOR**	**m³/an**	**1.51E+08**	**J/an**	**7.45E+11**	**1.80E+04**	**1.34E+16**
	densitatea apei	g/l	1.00E+03				
	energia liberă Gibbs	J/g	4.94E+00				

Tabel 38. Cuantificarea fluxului de energie / **emergie** din precipitații

**UEV (transformitatea) pentru energia precipitațiilor 1.76E+04 sej/J (Odum, 2000) / energia geopotențială a râurilor 1.09E+04 sej/J (Brown & Ulgiati, 2013) / energia chimică a râurilor 1.80E+04 sej/J (Brown & Ulgiati, 2013)

Datorită potențialului ridicat, precipitațiile beneficiază conform metodologiei de o transformitate ridicată, ceea ce face ca suma totală a fluxului de emergie la suprafața bazinului să înregistreze valorile cele mai mari comparativ cu celelalte tipuri de energii regenerabile, respectiv de 2.84 E+19 seJ/an / 6.60 E+14 seJ/ha/an (vezi tabelul 38 și figura 35). Din punct de vedere emergetic, apa meteorică reprezintă sursa naturală capabilă să genereze cel mai mult lucru și contribuie substanțial la susținerea sistemului teritorial. Distribuția spațială a acestui parametru pune în evidență sectoarele montane înalte. Valori

maxime de 7.50 E+14 seJ/ha/an sunt specifice sectorului de vest al culmii Gutâiului (Creasta Cocoșului), adevărat pol al precipitațiilor în bazinul Marei, precum și sectoarelor montane de cumpene.

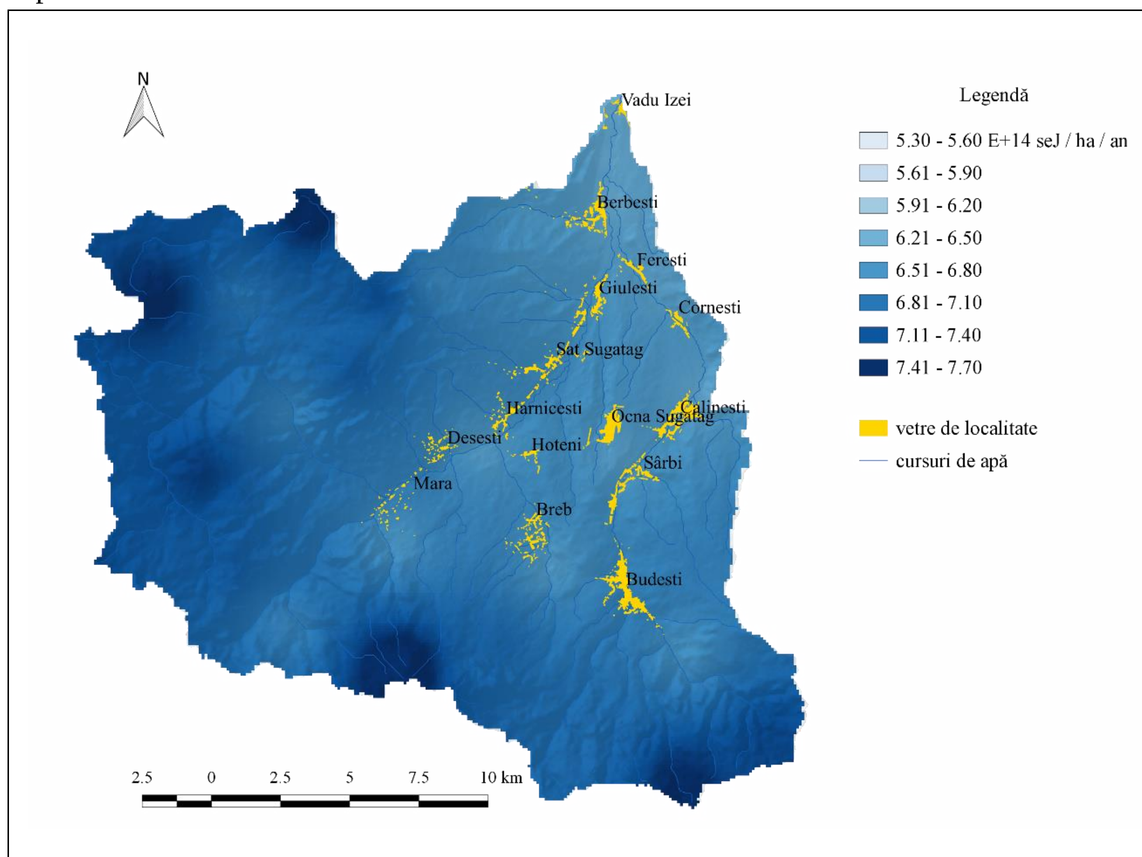


Figura 35. Harta intensității fluxului de energie a precipitațiilor exprimat în unități de **emergie**

În cazul râurilor bazinului, fluxul ridicat de energie geopotențială al colectorului principal, râul Mara, este calculat ca fracție din cantitatea totală de precipitații de pe parcursul unui an luând în calcul valoarea de debit la vărsarea în colectorul Iza. Energia geopotențială a râului Mara s-a obținut scăzând din totalul valorii energetice a precipitațiilor cantitatea eliberată prin procesul de evapotranspirație. Energia geopotențială a râului Mara se ridică la valoarea de 1.61 E+19 seJ/an (vezi tabelul 38). Râul reprezintă în același timp și principala formă de export (output) din sistemul teritorial bazinal al Marei.

Debitul relativ constant precum și cantitatea redusă de sedimente datorată structurii petrografice dure, transformă cursul într-unul atractiv pentru exploatarea hidroenergetică. Potențialul energetic al râurilor pe al căror curs sunt amplasate structuri de acest tip, inclusiv microhidrocentrale, este deviat de la lucrul geologic și biologic obișnuit.

Asemeni precipitațiilor și râurile posedă un coeficient de transformitate ridicat datorat contribuției acestora la sculptarea reliefului prin intermediul unui efort geologic de proporții. Aprecierea valorii emergetice a energiei râurilor poate fi utilizată pentru a estima și valoarea cumulată a efortului geologic investit de natură pentru crearea culoarelor de vale selectate ca fiind pretabile pentru construcția de baraje. Un simplu exercițiu de imaginație pune în evidență cantitatea imensă de energie ce ar trebui investită de către om pentru a edifica cu ajutorul echipamentelor tehnologice un relief care i-ar permite să captureze energia apelor pentru producția de electricitate. Investițiile hidroenergetice nu iau în calcul aportul naturii

privind edificarea acestui tip de potențial sau al serviciilor oferite indirect societății. Adesea, construcția de baraje produce numai dezechilibre ecosistemice iar efectele sunt resimțite cel mai acut de către populația locală. Inclusiv transferul abuziv de debit (cazul pârâului Runc, afluent al Marei) atrage după sine nu numai diminuarea energiei geopotențiale dar și grave probleme ecologice cu impact social si economic.

8.1.5 Evaluarea potențialului emergetic de suprafață al resurselor naturale de tip flux

Cuantificarea resurselor de energie regenerabilă și asocierea acestora într-un indice de densitate emergetică raportată la unitatea suprafață (hectarul) permite estimarea valorii și a importanței acestora pentru sistemul teritorial în cauză. Calcularea indexului de concentrare a emergiei prin însumarea fluxurilor de la suprafața întregului bazin hidrografic reprezintă cantitatea totală de energie regenerabilă ce converge înspre acesta. Această cantitate susține din punct de vedere natural sistemul teritorial pe parcursul unui an.

Hărțile tematice prezentate în acest capitol pun în evidență distribuția și calitatea surselor de energie regenerabilă în bazinul Marei, acestea putând fi ierarhizate în funcție de intensitatea emergetică. De asemenea, ajută la identificarea celor mai importante fluxuri naturale disponibile local și care contribuie cel mai mult la susținerea sistemului și proceselor de producție primară. Materialele vizuale reprezentând fluxul emergetic de suprafață sunt utile și în identificarea arealelor în care resursa în cauză este mai concentrată, putând fi utilizate ca sursă consultativă în procesul decizional.

Reprezentat spațial prin intermediul programului Quantum GIS, materialul cartografic rezultat devine *informație pentru o mai bună înțelegere a distribuției spațiale și a intensității energiei regenerabile disponibile local și un instrument parțial, util în conservarea resurselor locale, planning-ul și managementul teritoriului.*

crt	item	unități/an	date	UEV sej / unitate	referințe UEV	**emergie seJ**
1	energia solară	J/an	1.47E+18	1.00E+00	Odum, 1996	**1.47E+18**
2	energia geotermică	J/an	1.17E+15	2.00E+04	Brown & Ulgiati, 2010	**2.34E+19**
3	energia eoliană	J/an	1.24E+14	1.58E+03	Brown & Ulgiati, 2013	**1.96E+17**
4	potențialul energetic chimic (evapotranspirația)	J/an	8.70E+11	6.36E+03	Brown & Ulgiati, 2013	**5.53E+15**
5	potențialul energetic al apelor din precipitații	J/an	1.61E+15	1.76E+04	Odum, 2000	**2.84E+19**
6	potențialul chimic al râurilor	J/an	7.45E+11	1.80E+04	Brown & Ulgiati, 2013	**1.34E+16**
7	potențialul energetic al râurilor	J/an	1.48E+15	1.09E+04	Brown & Ulgiati, 2013	**1.61E+19**
	TOTAL (R)					**6.95E+19**

Tabel 39. Emergia resurselor naturale regenerabile de tip flux

Conform metodologiei de lucru, datorită faptului că energiile naturale sunt rezultatele transformărilor unei singure forme de energie – energia solară – sunt considerate forme derivate din aceasta (by-products). Prin urmare, indicele de concentrare a emergiei – exprimat pe hectar – nu se poate calcula prin însumarea tuturor formelor de energie, ci prin suprapunerea rasterelor de referință și extragerea valorii maxime pentru fiecare unitate energetică omogenă.

Precipitațiile și scurgerea asociată reprezintă cea mai importantă sursă de energie regenerabilă de tip flux în bazinul Marei (vezi tabelul 39). Din punct de vedere **emergetic,** se evidențiază apropierea cantitativă (emJoule) a acestei forme de energie față de energia geotermică. Acest aspect este accentuat mai ales prin coeficientul de transformitate ridicat al precipitațiilor. Din punct de vedere energetic, potențialul precipitațiilor exprimat în Joule este echivalent ca ordin de magnitudine cu energia solară din care derivă.

Indicele de concentrare a emergiei înregistrează valori ridicate (emergie înaltă) în zonele în care intervenția antropică este minimă, indicând o convergență a fluxurilor în aceste

zone și implicit, o valoare environmentală mai mare. Acestor areale aflate în sectoarele montane înalte beneficiază de un flux energetic cu o densitate de aproximativ 7.50 E+14 seJ/ha/an (vezi figura 36). Zonele sunt ocupate în prezent cu păduri de foioase, unde natura exploatează la maxim potențialul environmental.

Prin valoare se poate înțelege faptul că elementele sistemice din aceste sectoare contribuie cel mai mult la întreținerea serviciilor ecosistemice pe care comunitatea umană le folosește, în speță ajustarea temperaturii, controlul și filtrarea apelor, stocarea dioxidului de carbon, producția de materie organică și sol, adăpost pentru faună. Nu în ultimul rând, acest aspect este sesizabil sub aspect peisagistic printr-o estetică ce devine reper de atractivitate turistică. Zonele de convergență se suprapun în principal peste arealele montane, cu valori maxime în zona masivului Gutâi (Creasta Cocoșului) sau bordura și platoul vulcanic Igniș. Diferențele față de sectorul de depresiune însumează între 1.00 și 1.25 E+14 seJ/ha/an. Indicele scade în intensitate (emergie joasă) pe măsură apropierii de sectoarele de vale locuite, aspect explicabil prin gradul moderat de antropizare.

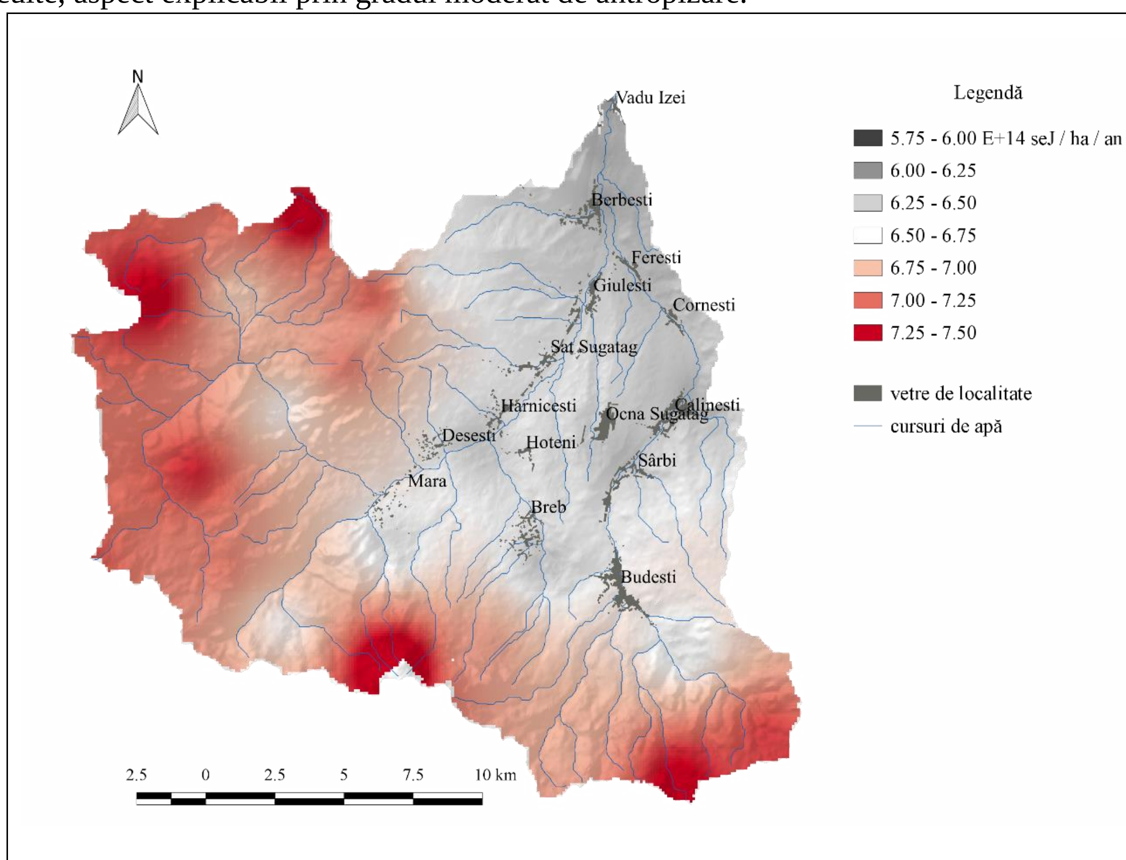


Figura 36. Harta densității emergetice de suprafață a surselor de energie regenerabile

8.2 Resurse energetice neregenerabile de tip flux

Resursele energetice sunt clasificate ca și neregenerabile dacă acestea nu se pot reface în urma exploatării pe durata câtorva decenii. Carbonul stă la baza tuturor formelor de materializare a energiei neregenerabile. Când acest termen este întrebuințat, sub corolarul său intră așa numiții combustibili fosili, de neînlocuit până la ora actuală în economie. Resursele neregenerabile, prin durata mare de timp necesară pentru a se forma, reprezintă capacitatea naturii de a stoca energie în structuri materiale.

La fel de important ca și combustibilii fosili, solul se constituie ca element de referință privind stocajul de energie în sistemele teritoriale și este o resursă finită. Component de bază al formării unor resurse derivate prin sisteme de producție primară (resurse forestiere) și secundară (producție agricolă), solul se constituie ca una din cele mai valoroase tipuri de resurse însă importanța sa este adesea trecută cu vederea.

8.2.1 Resursele de sol expuse eroziunii

Solurile sunt formate din compuși abiotici și biotici, acoperind într-un strat superficial roca de bază. Degradarea solurilor este un fenomen natural și are loc pretutindeni. Pentru comunitățile dependente de această resursă, degradarea reprezintă o problemă acută. În bazinul Marei, principalii factori de declanșare a eroziunii sunt precipitațiile și vântul, în strânsă legătură cu parametrii morfometrici prin intermediul proceselor geomorfologice contemporane. Procesul de eroziune este influențat de practicile agricole și activitatea de exploatare forestieră.

În bazinul Marei care este un areal eminamente rural comunitățile își asigură existența folosind resursele avute la îndemână. Agroterasarea, ca practică agricolă despre care s-a discutat în subcapitolele cu privire la organizarea spațiului în bazinul Marei, a reprezentat un procedeu utilizat în Maramureș încă din perioada medievală și este considerat un mod ancestral de prevenție a eroziunii pe versanții cultivați. Principalele beneficii ale agroterasării din punct de vedere al riscului la eroziune sunt reducerea vitezei apei în timpul ploilor cu caracter torențial, creșterea gradului de infiltrare și retenție și a apei în sol și scăderea volumului scurs pe versanți. Acești parametrii sunt influențați de condițiile locale de relief precum și de dimensiunea, densitatea și stabilitatea agroteraselor (Ruffino, 1989). Actualmente, agroterasele din bazinul Marei se află într-un stadiu de degradare avansat.

- **Estimarea riscului de eroziune a solului prin intermediul ecuației USLE (Universal Soil Loss Ecuation)**

În România, cercetările privind susceptibilitatea la eroziune a solurilor au debutat în anii 40 ai secolului trecut. În anul 1977, Florea și colaboratorii publică prima hartă a eroziunii solului la nivelul României în care este pus în evidență principalul factor de eroziune - severitatea scurgerii hidrice în suprafață (Boardman et al., 2006). În aceeași perioadă, ecuația USLE a fost adaptată condițiilor din țară pe baza cercetărilor întreprinse de echipa condusă de Mircea Moțoc (Anghel et al., 2008). În anul 1979, Moțoc împreună cu echipa sa propun modelul ROMSEM bazat pe relații matematice ce iau în calcul factori de control ai eroziunii calibrați la condițiile pedoclimatice specifice României (Anghel et al., 2008).

În această lucrare valoarea empirică a pierderilor de sol a fost estimată prin intermediul ecuației clasice USLE. Aceasta reprezintă un model deterministic indirect, dezvoltat în Statele Unite începând cu anii 1930 (Rădoane et al., 2016), ce ia în calcul cinci variabile spațiale. Relaționarea matematică a acestora pune în evidență cantitatea maximă de sol ce ar putea fi erodată în decursul unui an. Rezultatul se obține ca produs al celor cinci variabile de control - factorii R, K, LS, C și P – detaliate în capitolele precedente. Factorul P este un indicator ce se referă la practicile de conservare. Pentru bazinul Marei, acesta ar fi putut fi estimat prin evaluarea agroterasărilor. Abandonarea și gradul avansat de degradare a acestora

au condus la ignorarea acestui indicator. Ecuația pentru estimarea susceptibilității la eroziune ia forma:

$$A=R*K*LS*C$$

unde
A – cantitatea estimativă de sol erodat (t/ha/an)
R – factorul de erozivitate al precipitațiilor ((MJ mm) / ha/h/an)
K – factorul de erodabilitate al solurilor ((t ha) / ha MJ mm)
LS – lungimea și declivitatea versanților (grade)
C – factorul de management al terenurilor (0 – 1)

Precipitațiile intervin ca principal agent de dislocare a particulelor de sol prin intermediul proceselor mecanice de splash (primul proces), scurgere în suprafață și scurgerea liniară în ogașe și ravene, mai ales în timpul ploilor torențiale. Intensitatea întregului proces este proportională cu viteza de scurgere condiționată de configurația suprafeței bazinale (factorul LS) precum și de atributele de coeziune ale solului, slăbite prin practici de management defectuoase.

Calculul a fost întreprins cu ajutorul funcției raster calculator de pe platforma Quantum GIS și pune în evidență un potențial de eroziune al solurilor de până la *4,7 t/ha*. Suprafața potențial afectată de valori de eroziune peste 4 t/ha cuprinde o suprafață de circa *481 hectare*. O estimare brută a cantității de sol erodat în fiecare an în aceste zone însumează peste *2.200 de tone*.

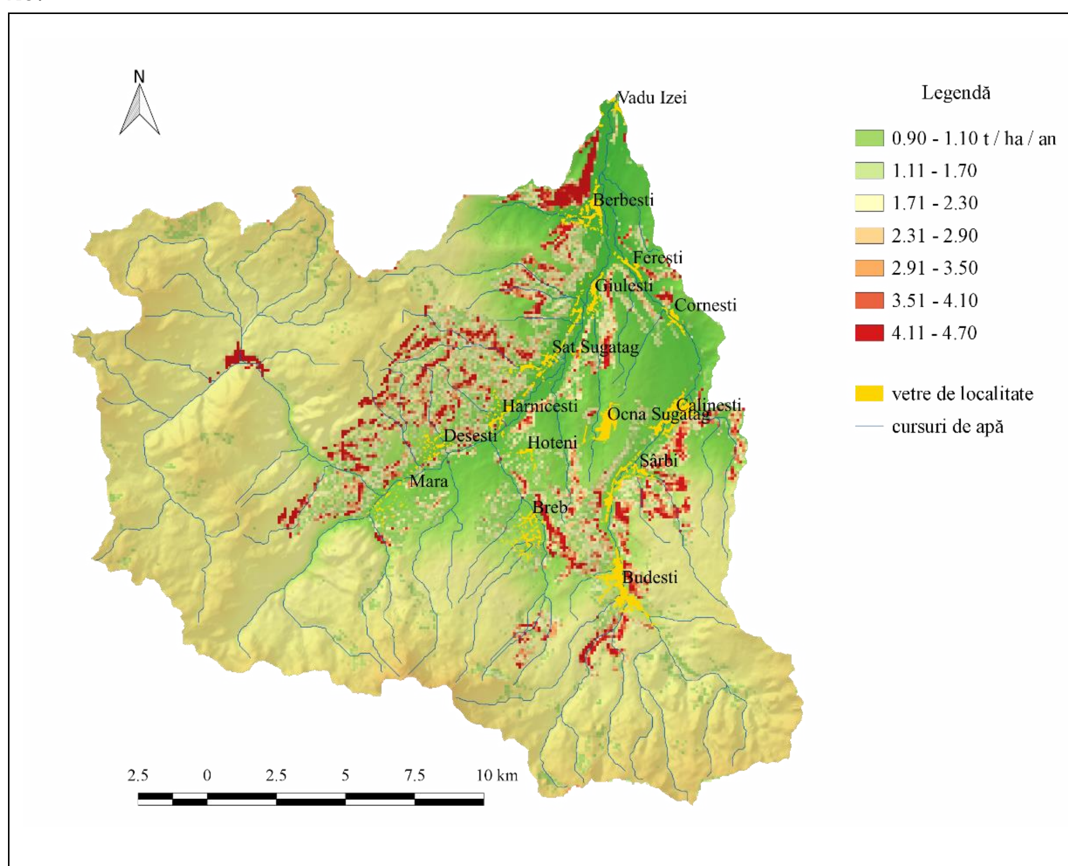


Figura 37. Harta susceptibilității eroziunii solurilor

Cele mai afectate areale sunt situate în sectorul de depresiune, în special în arealele cu terenuri agricole în care gradientul de pantă este pronunțat. Cele mai expuse areale la acest process (hazard) sunt (vezi figura 37):

- versantul estic obsecvent al cuestei Berbeştiului precum şi cel sudic, caracterizaţi prin valori mari ale pantei. În acest sector s-au dezvoltat regosoluri, cunoscute ca fiind predispuse eroziunii în condiţii de pantă şi grad de însorire accentuate;
- versantul obsecvent al cuestei Călineştiului, în apropierea localităţii Corneşti. Marcat de un coeficient de pantă aproape vertical, datorat în mare marte acţiunii de eroziune laterală a Cosăului, exprimă cel mai bine vulnerabilitatea la eroziune prin microformele de relief vizibile în peisaj;
- baza piemontului Văratecului în flancul stâng al văii Cosăului, pe întreaga lungime a sectorului dinspre Budeşti spre Călineşti;
- sectoare izolate din Piemontul Gutâi – Văratec, pe raza localităţii Budeşti, pe văile unor pâraie cu debuşeu în râul Cosău;
- baza versantului nordic al anticlinalului Ocna Şugatag, în lungul văii Breboaiei, pe raza localităţii Breb;
- versantul stâng al văii Pârâul Sărat cu un curs în lungul liniei de anticlinal;
- sectoare din piemontul Marei, în special acolo unde intervenţia antropică a presupus rărirea masei forestiere şi ocuparea terenurilor rezultate cu păşuni şi izolat terenuri agricole;
- sectorul de abrupt vulcanic al platoului Igniş, caracterizat prin prezenţa la zi a rocilor andezito-bazaltoide şi afectat mai mult de procese de dezagregare fizică a rocilor.

În schimb, reprezentarea pe hartă a unei zone cu potenţial de eroziune situat pe amplasamentul carierei de la barajul Runc, încă nefinalizat, trebuie tratată ca atare, aici factorul antropic fiind direct responsabil de destabilizarea versanţilor.

Din punct de vedere al cuantificării fluxului de energie aferent acestui tip de resursă, nu este luată în considerare atât cantitatea netă de sol erodat cât mai ales *conţinutul de materie organică*. O estimare efectuată pe baza procentului mediu de materie organică din sol evidenţiază o cantitate netă de circa 152 tone, deloc neglijabil, în special dacă se are în vedere că arealele afectate de eroziune sunt valorificate agricol. Această valoare are o echivalenţă emergetică de 2.54 E+17 seJ/an (vezi tabelul 40). Fluxul potenţial de materie organică din solurile expuse eroziunii poate fi tratat ca variabilă de ieşire din sistemul teritorial.

	item	unităţi standard de măsură	date / an	unităţi standard energie	energie J / an	UEV** sej / J	emergie seJ / an
Resurse neregenerabile de tip flux diponibile local (N)							
8	**MATERIA ORGANICĂ DIN SOLUL EXPUS EROZIUNII**	**g/an**	**1.52E+08**	**J/an**	**3.43E+12**	**7.40E+04**	**2.54E+17**
	suprafaţa afectată de eroziune la potenţialul maxim de 4.6 t/ha	ha	4.81E+02				
	rata netă de eroziune a solurilor la potenţialul maxim de 4.6 t/ha	t/an	2.21E+03				
		g/an	2.21E+09				
	materia organică fracţie din solul expus eroziunii	%	6.86E+00				
	conţinutul energetic al materiei organice	Kcal/g	5.40E+00				

Tabel 40. Cuantificarea fluxului de energie / **emergie** al materiei organice din solurile expuse eroziunii
**UEV (transformitatea) pentru materia organică din sol 7.40E+04 sej/J (Brown, 2001)

8.2.2 Resursele minerale

Mineralele metalifere și nemetalifere au reprezentat încă din cele mai vechi timpuri o resursă de bază. Prin exploatare acestea s-au transformat într-un adevărat catalizator economic și au pus bazele edificării unei economii centrate pe resursele neregenerabile.

Reprezentative pentru bazinul Marei sunt zăcamintele de sare din centrul anticlinalului Ocna Şugatag, precum și rocile vulcanice care, prin proprietățile fizice, sunt apreciate ca material utilizat în construcții, în special la decorarea locuințelor.

Exploatarea minieră a saliferului de la Ocna Şugatag, desfășurată pe parcursul secolelor, a devenit etalonul activității de minerit în zona bazinului Marei. Sarea a reprezentat o resursă de export importantă iar autoritatea politică și administrativă asupra acesteia a fost mereu disputată. Caracterul inconsecvent al exploatărilor s-a datorat frecventelor surpări cauzate de infiltrarea apelor în galeriile subterane, acesta fiind și motivul închiderii definitive a exploatațiilor în prima jumătate a secolului XX.

De asemenea, menționăm potențialul auro-argintifer al arealului, al cărui exponent este zăcământul de la Jereapăn, din hotarul Budeștiului, unde ultimele prospecțiuni efectuate în anii 2000 au confirmat existența unor zăcăminte aurifere importante. Mina de la Jereapăn este actualmente închisă din rațiuni de nerentabilitate.

În bazinul Marei rocile vulcanice reprezintă singura resursă minerală exploatabilă. Este disponibilă din abundență și exploatată în economie ca material de construcție și decorativ. Exploatările se fac în cariere de suprafață, prin decopertarea aflorimentelor de pe raza Platoului Igniș sau prin excavarea blocurilor andezitice din depozitele piemontane ale Piemontului Văratecului, pe raza localității Budești.

Lipsa informațiilor pertinente în acest sens au impus o metoda de calcul indirectă. Pentru estimarea unui flux de materie primă s-a luat în calcul cantitatea maximă de 5000 de m^3 de roci ce poate fi exploatată într-un an, conform legii. Fluxul de material aluvionar din albia râului Mara, exploatat în balastiera de la Giulești, nu a fost luat în calcul în cadrul acestui studiu.

	item	unități standard de măsură	date / an	unități standard energie	energie J / an	UEV** sej / g	emergie seJ / an
Resurse neregenerabile de tip flux diponibile local (N)							
9	**RESURSE MINERALE (ROCI VULCANICE)**	**g/an**	**1.33E+10**			**3.04E+09**	**4.03E+19**
	volum estimativ	m^3	5.00E+03				
	densitatea medie a rocilor	g/m^3	2.65E+05				

Tabel 41. Cuantificarea fluxului de emergie al rocilor vulcanice exploatate în carieră

**UEV (transformitatea) pentru rocile vulcanice 3.04E+09 sej/J (Brown&Ulgiati, 2010, în Mellino, 2014)

Cantitatea medie estimată de roci vulcanice extrase se ridică la valoarea de circa *13000 de tone pe an* (vezi tabelul 41). Rocile reprezintă atât materie primă utilizată în construcțiile noi edificate în interiorul bazinului cât și o importantă resursă de export. În bazinul Marei, fluxul de minerale însumează aproximativ 4.03 E+19 seJ/an.

Efortul geologic necesar pentru formarea rocilor, precum și pentru formarea zăcămintelor de minereuri din roci explică valoarea mare a transformității. Valoarea de transformitate oferă informații cu privire la abundența acestei resurse într-un context global.

Cu cât transformitatea va fi mai mare, cu atât mai redusă cantitatea (Burnett, 1981, în Odum, 1996).

8.3 Resurse energetice antropice de tip flux (de import)

Bazinul Marei este un sistem teritorial deschis, iar acest aspect este reflectat din punct de vedere antropic prin fluxuri specifice de bunuri, energie și informație. Orientarea atenției asupra fluxurilor energetice antropice în sistem, conceptualizează populația ca și consumatori de resurse.

Intensitatea fluxurilor antropice înspre bazinul Marei a fost calculată având în vedere necesitățile reale ale populației pe categorii elementare de produse și servicii. Estimarea acestor fluxuri a avut în vedere comportamentul de consum al populației locale, caracterizare obținută prin extrapolarea datelor din surse statistice disponibile la nivelul județului Maramureș. Procedeul de cuantificare a mai scos în evidență gradul de dependență față de resursele importate.

8.3.1 Fluxul de energie și materie importată în bazinul Marei

Necesitățile de bază ale omului, începând de la adăpost, hrană, transport, servicii și terminând cu sistemele de producție agricolă și industrială, implică utilizarea de materii prime și surse de energie.

În cazul unui sistem teritorial cu o economie agro-pastorală, raportată la exigențele de confort ale prezentului, este de la sine înțeles faptul că sistemul va fi în relație de dependență față de sursele antropice de energie și substanță. Dependența se manifestă față de surse de energie ce nu se găsesc sau care nu pot fi produse în interiorul sistemului și fără de care acesta nu ar putea funcționa.

Resursele de energie importate reprezintă **feedback-ul din economie** și au fost calculate prin încadrarea acestora în cele mai importante categorii, conform diagramei sistemice (vezi figura 1). *În mod normal, în toate fluxurile de materie și energie înspre sistem pot fi distinse două componente distincte. O componentă este reprezentată de* ***echivalentul emergetic al energiei / substanței intrate în sistem*** *iar cea de-a doua componentă vizează* ***emergia asociată serviciilor care au făcut posibilă intrarea acelor resurse în sistem (extracție, procesare, livrare).*** *Cu toate acestea, dacă valoarea transformităților a fost calculată incluzând contribuția acestor servicii, atunci acestea nu se vor calcula separat întrucât ar presupune contabilizarea aceleași surse de energie de două ori.*

În studiul de față a fost calculată doar valoarea financiară estimativă a serviciilor furnizate comunității locale și plătite (capitalul financiar investit), prin intermediul cărora a fost posibilă achiziționarea resurselor importate.

Pentru estimarea valorilor din tabelul 42 s-au folosit date statistice referitoare la comportamentul de consum al populației maramureșene. Aceste tipuri de fluxuri influențează decisiv organizarea vieții cotidiene și reprezintă aspecte asociate comunității bazinului prin extrapolarea datelor statistice disponibile la nivel județean. Sursele de energie importată posedă un echivalent energetic respectiv emergetic și contribuie activ la susținerea sistemului teritorial pe parcursul unui an. Categoriile cele mai importante includ următoarele tipuri: ***fluxul de materii prime*** *folosite pentru edificarea de noi stocuri*

*antropice (în speță locuințe), **fluxul de energie electrică și combustibili fosili** folosiți la operaționalizarea sistemelor de transport și mecanizare agricolă, **coșul zilnic de alimente** și **importul de îngrășăminte chimice** pentru agricultură (vezi tabelul 42). Sursele de energie asociate calității vieții, cum ar fi investițiile în mobilier, obiecte de artă, bijuterii, echipamente electrocasnice, îmbrăcaminte, servicii medicale, educaționale sau **turistice** nu au fost luate în calcul, deoarece reprezintă un indicator de natură subiectivă, greu de evaluat la scara bazinului.*

	item	unități standard de măsură	date / an	unități standard energie	energie J / an	UEV** sej / g	emergie seJ / an
Resurse importate de tip flux (F)							
10	**ELECTRICITATE**	**kWh/an**	**3.89E+07**	**J**	**1.40E+14**	**2.00E+05**	**2.80E+19**
	consum mediu	kWh/pers/an	2.64E+03				
	preț estimativ	€/kwh	1.40E-01				
	preț total	€/an	5.46E+06				
11	**GAZ BUTAN**	**g/an**	**5.19E+08**	**J**	**2.54E+13**	**1.70E+05**	**4.31E+18**
	consum mediu/locuință	l/unitate/an	1.56E+02				
	consum total	l/an	9.60E+05				
	densitate medie gaz butan	g/l	5.40E+02				
	conținut energetic specific	J/g	4.89E+04				
	preț estimativ	€/g	2.67E-03				
	preț total	€/an	1.39E+06				
12	**COMBUSTIBILI - BENZINĂ**	**g/an**	**9.01E+08**	**J**	**3.89E+13**	**1.87E+05**	**7.27E+18**
	număr autovehicule (45%)	unități	1.86E+03				
	număr mediu de km/an/vehicul	km//unit/an	1.00E+04				
	număr total de km/an	Km/an	1.86E+07				
	consum mediu	l/km	6.50E-02				
	consum mediu total	l/an	1.21E+06				
	densitate benzină	g/l	7.45E+02				
	conținut energetic specific	J/g	4.31E+04				
	preț estimativ	€/g	1.66E-03				
	preț total	€/an	1.50E+06				
13	**COMBUSTIBILI - MOTORINĂ**	**g/an**	**1.05E+09**	**J**	**4.48E+13**	**1.81E+05**	**8.11E+18**
	număr autovehicule (55%)	unități	2.28E+03				
	număr mediu de km /an/vehicul	km//unit/an	1.00E+04				
	număr total de km/an	Km/an	2.28E+07				
	consum mediu	l/km	5.50E-02				
	consum mediu total	l/an	1.25E+06				
	densitate motorină	g/l	8.37E+02				
	conținut energetic specific	J/g	4.28E+04				
	preț estimativ	€/g	1.49E-03				
	preț total	€/an	1.56E+06				
	MOTORINĂ vehicule agricole	**g/an**	**1.25E+07**	**J**	**5.37E+11**	**1.81E+05**	**9.72E+16**

	suprafață medie teren agricol lucrat / unitate	ha/unit	1.82E+01				
	consum mediu	l/unitate	6.14E+02				
14	**MATERIALE DE CONSTRUCȚII**	**g/an**	**1.18E+10**			**2.66E+09**	**3.15E+19**
	locuințe noi construite	unități/an	4.91E+01				
	suprafață estimată	m^2/unitate	9.99E+01				
	înălțime medie	m	6.00E+00				
	volum estimat	m^3/unitate	6.00E+02				
	volum total	m^3/an	2.94E+04				
	densitate specifică	g/m^3	4.02E+05				
15	**VEHICULE (fracție)**	**g/an**	**7.32E+07**			**6.43E+09**	**4.71E+17**
	număr autovehicule	unități/an	4.75E+01				
	masa estimativă	g/unitate	1.39E+06				
	preț estimativ	€/unitate	5.00E+03				
	preț total	€/an	2.38E+05				
	număr echipamente agricole	unități/an	9.80E+01				
	masa estimativă	g/unitate	1.10E+06				
	preț estimativ	€/unitate	4.00E+03				
	preț total	€/an	3.92E+05				
16	**PRODUSE ALIMENTARE**	**g/an**	**9.91E+09**			**2.54E+09**	**2.52E+19**
	preț total	€/an	1.63E+07				
	CEREALE FURAJERE	**g/an**	**4.17E+09**			**6.55E+05**	**2.73E+15**
	preț total	€/an	9.45E+05				
17	**FERTILIZATORI AGRICOLI**	**g/an**	**2.98E+07**				
	preț total	€/an	2.98E+04				
	AZOT (N) – 69.46%	**g/ha/an**	**3.01E+04**			**6.38E+09**	**1.32E+17**
		g/an	2.07E+07				
	preț	€/g	1.00E-03				
	FOSFOR (P) – 23.59%	**g/ha/an**	**1.02E+04**			**6.55E+09**	**4.61E+16**
		g/an	7.04E+06				
	preț	€/g	1.00E-03				
	POTASIU (K)	**g/ha/an**	**3.01E+03**			**2.92E+09**	**6.05E+15**
		g/an	2.07E+06				
	preț	€/g	1.00E-03				
	SERVICII ASOCIATE IMPORTURILOR	**€/an**	**4.25E+07**				
	EMERGIE TOTAL						**1.07E+20**

Tabel 42. Cuantificarea fluxului de energie, materie și **emergia** asociată importurilor

Conform datelor statistice privind veniturile medii anuale la nivel de gospodărie, populația bazinului beneficiază de un venit mediu lunar net per gospodărie de circa 2.500 de lei (vezi tabel 43). Dacă întregul venit ar fi obținut din interior, pentru servicii prestate în sistem sau la periferia acestuia, comunitatea ar putea susține din veniturile obținute într-un

an, în proporție de 95%, minimum de cheltuieli asociate importurilor, inclusiv achizițiile de bunuri și materiale cu cost ridicat (autoturisme, materiale de construcții).

	venit mediu anual net / gospodărie (2011)		venituri totale gospodării bazinul Marei		cheltuieli asociate importurilor bazin Marei		flux monetar necesar din afara sistemului	
lei	30.132	3.00E+04	185.492.592	1.85E+08	186.996.916	1.87E+08	1.504.324	1.50E+06
€	6.848	6.85E+03	42.157.407	4.21E+07	42.499.299	4.25E+07	341.891	3.42E+05

Tabel 43. Balanța anuală a veniturilor și a cheltuielilor în bazinul Marei

Valoarea totală a fluxului de energie și materie ce contribuie la susținerea sistemului teritorial a fost estimat la circa *42.5 de milioane de euro / an* (vezi tabel 43). Capitalul financiar este investit pentru operaționalizarea sistemului pe parcursul anului, prin asigurarea necesarului de energie electrică, gaze și combustibili, alimente de bază, dar și în mărirea capitalului antropic. Cele mai substanțiale tipuri de fluxuri sunt reprezentate de importurile de materiale de construcții (3.15 E+19 seJ/an), produse alimentare (2.52 E+19 seJ/an) și combustibili fosili (1.63 E+19 seJ/an). Ocupațiile forței de muncă în alte domenii decât agricultura precum și structura grupelor de vârstă a populației din bazinul Marei, susțin ipoteza conform căreia o bună parte din veniturile anuale sunt asigurate din surse externe prin capitalul financiar trimis de către membrii familiilor care lucrează temporar în alte țări.

8.4 Resurse energetice de tip flux (de export)

Transferul de energie în cadrul sistemelor termodinamice este studiat în trei moduri în funcție de tipologia sistemului. Sistemele deschise permit schimbul de materie și energie cu sistemul superior ierarhic prin intermediul unor relații strânse. Sistemele închise acceptă intrări de energie și materie, însă cantitatea cedată este infimă. În schimb, sistemele izolate nu permit niciun tip de transfer energetic sau material.

Bazinul Marei este un sistem teritorial deschis, prin urmare cedează energie și materie. Din punct de vedere metodologic, cuantificarea fluxurilor de energie în cadrul sistemului bazinal al Marei este privită în contextul sistemic ca o **funcție de stare**. Funcția poate evidenția starea termodinamică în care se află sistemul analizat, iar dacă schimbul de materie și energie din și către exterior este semnificativ, se consideră că acestea funcționează departe de echilibru.

Pentru respectarea legilor termodinamicii, fluxul de energie care părăsește sistemul trebuie să fie egal cu cantitatea de energie intrată în sistem. *Această condiție teoretică este îndeplinită prin intermediul ajustării valorilor transformităților, împărțind valoarea totală de emergie care susține sistemul (flux de energie regenerabilă și importuri) la cantitatea totală de energie care părăsește sistemul (scurgerea râurilor, cantitatea de materie organică din solurile expuse eroziunii, exporturile de materii prime și produse).*

8.4.1 Exportul de energie geopotențială și capital natural neregenerabil

Apele părăsesc sistemele în care au efectuat lucru geologic și chimic prin debușarea într-un colector. Râul Mara, principalul curs de apă din bazin, debușează în râul Iza pe raza localității Vadu Izei, urmând să efectueze lucru în sistemul bazinal al acestuia din urmă. Energia precipitațiilor consumată ca efort geologic în sculptarea peisajului prin eroziunea în suprafață sau eroziunea liniară, aduc în aria de debușare o cantitate de sedimente în suspensie care va fi transferată colectorului. Sedimentele sunt considerate ca formă de energie

exportată, deoarece apele încărcate cu sedimente își sporesc capacitatea de eroziune în special la viituri.

	item	unități standard de măsură	date / an	unități standard energie	energie J / an	UEV** sej / g	emergie seJ / an
Resurse de export (E)							
18	**SCURGEREA FLUVIATILĂ**	**g/an**	**1.51E+14**	**J/an**	**1.48E+15**	**1.89E+04**	**1.61E+19**

Tabel 44. Fluxul de energie geopotențială / **emergie** al scurgerii fluviatile

Datele obținute anterior cu privire la cantitatea maximă de materie organică ce poate fi pierdută anual prin rata de eroziune a solurilor este considerată resursă de export a capitalului natural (vezi tabelul 40). Reprezintă o valoare aproximativă, dar care poate fi luată ca reper cantitativ.

Acțiunea apelor din precipitații asupra solurilor, precum și capacitatea acesteia de a transporta particulele de sol prin scurgerea areolară, iar mai apoi liniară, oriunde se întrunesc condiții de pantă de cel puțin 2%, susțin introducerea acestor valori. Valoarea emergetică a scurgerii fluviatile este egală cu valoarea potențialului energetic al acesteia (vezi tabelele 38 și 44).

8.4.2 Domeniul forestier – subsistem de producție primară și resursă de consum

În acest subcapitol dinamica resursei forestiere este pusă în evidență prin prisma capacității sale de producție anuală precum și prin capacitatea de a susține exploatarea forestieră. După cum se știe, pădurile de foioase reprezintă cea mai importantă resursă a bazinului. De aceea, calculele au luat în considerare doar această formă de capitalizare energetică.

	item	unități standard de măsură	date / an	unități standard energie	energie J	UEV** sej / J	emergie seJ / an
Resursa forestieră							
	suprafață CLC 311 - 2012	ha	1.60E+04				
	stoc de materie / energie CLC 311	g	3.97E+12	J	7.48E+16	4.11E+03	3.07E+20
	volum mediu de materie lemnoasă în pădure	m^3/ha	2.17E+02				
	densitate medie a lemnului în pădure	g/m^3	1.14E+06				
	conținut de energie specifică	J/g	1.88E+04				
	capacitatea de refacere anuală **(producție primară)**	m^3/ha/an	5.60E+00				
		m^3/an	8.96E+04				
		g/ha/an	6.38E+06				
	capacitatea de refacere anuală TOTALĂ	g/an	1.02E+11	J/an	1.92E+15	4.11E+03	7.90E+18
	rata de consum casnic estimativ (20 m^3 / gospodărie / an)	m^3/an	1.23E+05				
		g/an	1.40E+11	J/an	2.63E+15	4.11E+03	1.08E+19
	rata de despădurire CLC 311	ha/an	1.07E+02				
		m^3/an	2.33E+04				
		g/an	2.65E+10	J/an	4.99E+14	4.11E+03	2.05E+18

Tabel 45. Rata de refacere și rata de exploatare a resursei forestiere

Cifrele obținute în urma calculelor pun în evidență următorul aspect. În condițiile unei exploatări anuale de circa 20 metri cubi de lemn (valoare brută moderată privind necesarul de combustibil pentru asigurarea confortului termic al unei locuințe pe parcursul întregii ierni), cererea de materie lemnoasă **depășește capacitatea de producție primară** a stocului de biomasă care se ridică la aproximativ **90.000 m^3 pe an** (vezi tabelul 45)**.** Cererea internă de lemn pentru obținerea energiei termice este de aproximativ **123.000 m^3.** Acest aspect presupune că necesarul este satisfăcut pe de-o parte din defrișări, circa **23.000 de metri cubi**, pe de altă parte din importuri de lemn din afara bazinului.

Un alt aspect evidențiat este faptul că materia lemnoasă **nu mai poate fi considerată o resursă de export**, luând în calcul o medie anuală de defrișare de aproximativ **107 hectare** care, raportată la rata de consum intern, este insuficientă pentru satisfacerea cererii. Media anuală privind suprafețele defrișate a fost obținută prin compararea datelor LandCorine pentru anii 2000 și 2012. Diferența obținută a fost divizată la un interval de 15 ani, ținând cont de faptul că tendința de stagnare a defrișărilor în perioada 2006-2012 s-a păstrat până în anul 2015.

8.4.3 Domeniul agricol – subsistem de producție secundară și resursă de export

Într-o economie agro-pastorală, producția agricolă are o pondere importantă, dacă nu atât ca resursă valorificabilă pe piață, atunci ca și resursă de producție cu capacitate de asigurare a unei părți din coșul zilnic al populației locale. Producția agricolă în bazinul Marei reprezintă una din resursele de producție internă valorificate și în afara sistemului, constituindu-se ca una din puținele **produse de export**.

Performanțele anuale agricole în bazinul Marei reflectă gradul de percepție al populației locale asupra spațiului și asupra resurselor avute la îndemână. Domeniul agricol reprezintă, totodată, o formă de producție secundară care, asemeni biomasei, utilizează în proporție de 100% potențialul energetic al resurselor regenerabile. Intervenția factorului antropic se face simțită doar la nivelul de management și întreținere a culturilor. Cantitatea redusă de îngrășăminte chimice (vezi tabelul 42) raportată la suprafața agricolă sugerează că sporirea performanțelor este întreținută de feedback-ul efectivelor de animale din bazin. Îngrășământul natural reprezintă principala formă de suplimentare a nutrienților din sol.

	unitate de măsură	cartofi	legume	fructe	cereale (porumb)	producție masă verde
suprafață cultivată (2012)	ha	1.05E+03	8.74E-01	4.18E+02	3.06E+00	1.28E+03
producție estimată	g/ha/an	1.38E+07	1.00E+07	4.18E+07	3.65E+06	1.64E+07
	g/an	1.44E+10	8.75E+08	1.75E+10	1.12E+07	2.09E+10
conținut energetic	J	9.16E+14	5.27E+13	1.07E+15	7.10E+11	1.93E+14
UEV producție agricolă	sej/J	6.79E+04	6.79E+04	6.79E+04	6.79E+04	6.79E+04
EMERGIE	**seJ/an**	**6.21E+19**	**3.57E+18**	**7.26E+19**	**4.82E+16**	**1.31E+19**

Tabel 46. Estimarea producției agricole interne după date privind productivitatea în anul 2010 (http://www.rga20 10.djsct.ro/inceput.php?cod=2&codj=24)

Cu toate acestea, valorificarea în masă a produselor agricole fără o prelucrare ulterioară este reflectată și prin valoarea transformității. Aceasta este mult mai scăzută în comparație cu transformitățile produselor alimentare intrate în sistem ca importuri. Prin urmare, valoarea

emergetică a produselor agricole (vezi tabelul 46) este coroborată cu o valoare de piață scăzută, care generează în sistem venituri modeste.

O modalitate de creștere a valorii acestor produse este reprezentată de procesarea acestora în vederea obținerii de produse finite, cu valoare emergetică superioară, printr-un aport tehnologic și uman superior calitativ.

Reperele calitative ale solurilor sunt propice dezvoltării culturilor de cartof. Aceasta reprezintă principala cultură agricolă în bazinul Marei. Producția de fructe, deși afectată de variabilitate, are o pondere importantă din total și este valorificată în consumul casnic intern, prin vânzare către terți, dar mai ales în producția de alcool distilat prin metode artizanale. Producția de masa verde (nutreț și hrană) care depășește necesarul de consum efectivelor locale de animale este valorificată mai ales prin vânzare în afara sistemului.

9. REZULTATE ȘI DISCUȚII

Imaginea de ansamblu asupra fluxului de emergie în sistemul analizat nu este completă fără o sistematizare a bilanțului emergetic, însoțită de o prezentare a principalilor indicatori de performanță.

Cuantificarea bilanțului fluxurilor de emergie în bazinul Marei oferă posibilitatea extragerii unei valori orientative privind cantitatea de emergie care susține funcționarea sistemului teritorial pe parcursul unui an.

Indicatorii termodinamici tradiționali privind eficiența energetică prezintă rigididate (Patterson, 1996) în cazul sistemelor teritoriale în care activează atât variabile sistemice naturale cât și antropice. Metodologia emergetică introduce o serie de indicatori care permit operaționalizarea la nivel decizional a fluxului de energie din sistem. Mai mult decât atât, contribuie la aprecierea proceselor naturale în edificarea stocurilor și a fluxurilor importante în operaționalizarea sistemului.

Tocmai de aceea, întregul procedeu de evaluare emergetică a presupus separarea fluxurilor în categorii individuale. Combinarea acestora după modele algebrice pun în evidență indicatori prin intermediul cărora este posibilă măsurarea performanței sistemului teritorial bazinal al Marei sau a oricărui alt sistem de referință. Nu în ultimul rând, indicatorii permit aprecierea **funcționalității** sistemului.

9.1 Bilanțul fluxului anual de emergie în bazinul Marei

Cantitatea totală de emergie marchează o valoare care sugerează funcția de stare a sistemului teritorial la un moment dat. Pentru bazinul Marei, cantitatea de emergie care susține sistemul este de **1.76 E+20 seJ anual** (vezi tabelul 47). Luată ca valoare de referință sau ca valoare de prag, aceasta poate fi utilizată în monitorizarea cantitativă și calitativă a oscilațiilor viitoare ale sistemului, în înregistrarea tuturor abaterilor, precum și a efectelor concrete avute în sistem.

Intensitatea emergetică extrasă din valorile de transformitate sau, după caz, de emergie specifică, oferă decidenților posibilitatea de a compara resursele sistemice aflate pe poziții diferite într-o ierarhie emergetică, definită pe principii termodinamice.

Interpretarea materialului cartografic de mai jos (figura 38) pune în evidență următoarele aspecte. Indubitabil, ponderea energiilor regenerabile naturale este importantă (6.95 E+19 seJ/an) și marchează semnătura energetică a bazinului morfohidrografic al Marei. Acestea reprezintă principalele surse de energie esențiale pentru funcționarea de ansamblu a sistemului teritorial, în special în arealele montane și submontane. Pe aceste suprafețe sunt concentrate principalele stocuri de masă forestieră din bazin. De asemenea, valoarea environmentală ridicată este pusă în evidență prin suprapunerea suprafețelor reprezentând ariile protejate de interes local și comunitar peste arealele cu valoarea emergetică cea mai ridicată a energiei provenite din surse naturale (emergie înaltă). Precipitațiile se disting ca fiind cea mai importantă sursă de energie care influențează funcționarea sistemului. Practic, orice cantitate de apă ridicată deasupra suprafeței posedă energie potențială relaționată aceleiași cantități aflate la nivelul zero al mării.

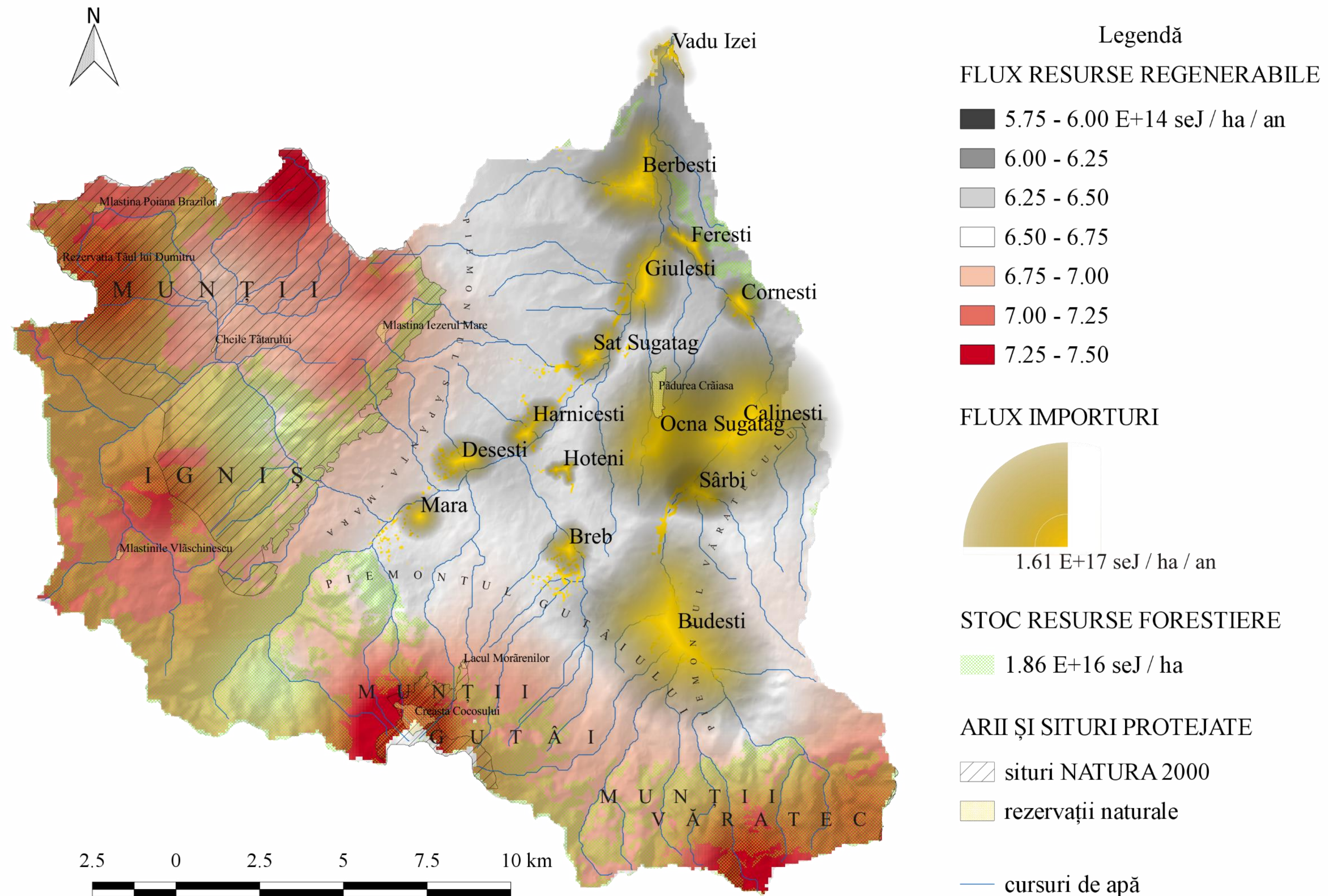


Figura 38. Harta de sinteză a fluxurilor emergetice anuale de suprafață și localizarea principalelor structuri de stocaj

Valoarea emergetică ridicată a importurilor de materie și energie (1.07 E+20) depășește contribuția resurselor naturale. Acestea reprezintă cel mai important tip de flux în bazinul Marei. Datorită poziției superioare a energiilor importate în ierarhia sistemică, diferențele cantitative se explică prin valorile foarte ridicate ale coeficienților de transformitate. Deși însumează o cantitate de energie mult inferioară celor naturale, transformitatea pune în evidență calitatea resurselor importate. În mediile dens populate, ca de exemplu în mari metropole, aceste variabile de bază în sistem sunt produse fie în interiorul acestuia sau, dacă sunt importate, depășesc cu mult valoarea contribuției resurselor naturale, sugerând un grad ridicat de artificializare a spațiului. În bazinul Marei, gradul de antropizare moderat al celor două văi principale este reprezentat spațial pe figura 38 printr-un factor centripet de intensitate (hașuri de culoare galbenă).

Pentru un observator din exterior, pornind de la premisa că nu ar poseda absolut nicio cunoștință despre arealul analizat, o simplă luare în evidență a tipologiei exporturilor (vezi tabelul 47) ar pune în evidență caracterul profund rural al teritoriului. Acest aspect ridică o serie de provocări. Practic, numai prin diversificarea plajei produselor și serviciilor exportate sistemul ar putea să-și sporească eficacitatea iar o dată cu aceasta ar crește veniturile și nivelul de trai al populației locale.

crt	item	unități/an	date	UEV sej / unitate	referințe UEV	**emergie seJ**
1	energia solară	J/an	1.47E+18	1.00E+00	Odum, 1996	1.47E+18
2	energia geotermică	J/an	1.17E+15	2.00E+04	Brown & Ulgiati, 2010	2.34E+19
3	energia eoliană	J/an	1.24E+14	1.58E+03	Brown & Ulgiati, 2013	1.96E+17
4	potențialul energetic chimic (evapotranspirația)	J/an	8.70E+11	6.36E+03	Brown & Ulgiati, 2013	5.53E+15
5	potențialul energetic al apelor din precipitații	J/an	1.61E+15	1.76E+04	Odum, 2000	2.83E+19
6	potențialul chimic al râurilor	J/an	7.45E+11	1.80E+04	Brown & Ulgiati, 2013	1.34E+16
7	potențialul energetic al râurilor	J/an	1.48E+15	1.09E+04	Brown & Ulgiati, 2013	1.61E+19
	TOTAL (R)					**6.95E+19**
8	materie organică din solurile expuse eroziunii	J/an	3.43E+12	7.40E+04	Brown, 2001	2.57E+17
9	resurse minerale	g/an	1.33E+10	3.04E+09	Brown & Ulgiati, 2010	4.03E+19
	TOTAL (N)					**4.05E+19**
10	electricitate	J/an	1.40E+14	2.00E+05	Odum, 1996	2.80E+19
11	gaz butan	J/an	2.54E+13	1.70E+05	Brown & Ulgiati, 2010	4.31E+18
12	combustibili – benzină	J/an	3.89E+13	1.87E+05	Brown & Ulgiati, 2010	7.27E+18
13	combustibili – motorină	J/an	4.48E+13	1.81E+05	Brown & Ulgiati, 2010	8.11E+18
14	materiale de construcții	g/an	1.18E+10	2.66E+09	Pulselli et al., 2007	3.15E+19
15	vehicule / echipamente	g/an	7.32E+07	6.43E+09	Mellino, 2014	4.71E+17
16	produse alimentare	g/an	9.91E+09	2.54E+09	Mellino, 2014	2.52E+19
17	N	g/an	2.07E+07	6.38E+09	Brown & Ulgiati, 2013	1.32E+17
	P	g/an	7.04E+06	6.55E+09	Brown & Ulgiati, 2013	4.61E+16
	K	g/an	2.07E+06	6.55E+09	Brown & Ulgiati, 2013	4.61E+16
	TOTAL (I)					**1.07E+20**
	TOTAL U (E+I)					**1.76E+20**
18	export - scurgerea fluviatilă	J /an	1.48E+15	1.19E+05	estimarea noastră	**1.76E+20**
19	export - producție agricolă	g/an	3.93E+10	4.48E+09	estimarea noastră	**1.76E+20**
20	export - alcool produs artizanal	g/an	2.68E+08	6.57E+11	estimarea noastră	**1.76E+20**

Tabel 47. Bilanțul fluxurilor anuale de energie / **emergie** în bazinul Marei

Raportul de intensitate emergetică reprezintă o măsură a eficienței, din moment ce întreaga cantitate de emergie care susține sistemul (flux de energie regenerabilă, flux de materie și energie din importuri) se împarte, individual, la cantitatea fiecărui tip de flux către exterior (vezi tabelul 47). Este recomandabil ca decidenții să urmărească scăderea valorii transformității sau, după caz, a emergiei specifice produselor de export, astfel încât procesul de conversie să fie cât mai eficient. Principiul puterii maxime al lui Lotka, despre care s-a mai discutat în capitolele introductorii ale acestei lucrări, postulează faptul că în timp, capacitatea de autoorganizare a sistemelor conduce la o maximizare a tuturor parametrilor

care susțin producția primară (intrări de energie, conversie energetică, eficiență). Acest aspect devine valabil și în cazul economiilor, cu diferența că îmbunătățirea eficienței cu care o resursă este utilizată prin contribuția tehnologiei, nu înseamnă reducerea cererii sau a impactului (vezi paradoxul Jevons).

Diversificarea plajei de produse trebuie să aibă în vedere scăderea valorii emergiei specifice, astfel încât acestea să capete valoare adăugată și să genereze plus de valoare sistemului de proveniență.

9.2 Indicatori de performanță

Indicatorii sunt necesari în monitorizarea progreselor înregistrate de orice entitate ce poate fi evaluată prin metode cantitative și calitative. Plaja acestora este extrem de largă, adaptată pe de-o parte tipologiei entității sau procesului analizat iar pe de altă parte obiectivelor în baza cărora se face monitorizarea. Mai jos sunt prezentate o serie de rezultate privind gradul de performanță al bazinului Marei ca sistem teritorial (tipologia indicatorilor după Viglia et al., 2014).

- *Randamentul emergetic privind gradul de permeabilitate a sistemului (emergy yield ratio) EYR= (U/I)*

Calculat ca și raport între cantitatea totală de emergie care susține sistemul într-un an (U) și cantitatea de emergie provenită din importuri (I), măsoară abilitatea unui sistem de a genera resurse de energie către export (care vor suține alte sisteme). Resursele de export sunt generate prin activarea surselor locale de emergie, devenind un *indicator al gradului de deschidere a sistemului*. Interpretarea indicatorului se poate face în mai multe moduri. Poate oferi informații cu privire la gradul de dependență al sistemului de resursele importate, de însușire a resurselor disponibile local. Indicatorul poate să ofere informații despre capacitatea unui proces sau a unui subsistem de producție (de exemplu subsistemul agricol) de a contribui la susținerea sistemului ierarhic superior prin produse și servicii la export.

Valoarea minimă posibilă a acestui raport poate să fie 1, ceea ce ar sugera că emergia ce converge pentru a susține un proces reprezintă în totalitate emergie importată, acesta neexploatând util nicio resursă locală. În teorie, coeficientul de 1 ar putea fi asociat numai fluxurilor informaționale sau altor servicii digitale. Sistemele teritoriale care înregistrează valori egale sau apropiate de 1 transformă doar resursele de import deja disponibile printr-un proces anterior. Acest fapt evidențiază caracterul consumator al proceselor interne, neavând capacitatea de a crea noi oportunități de dezvoltare. Valori foarte ridicate ale acestui indicator – peste 5 – sunt asociate sistemelor teritoriale care exportă energii neregenerabile (combustibili fosili). Coeficienți apropiați de valoarea 2 pot fi interpretați ca reprezentând rezultatul unor procese care transformă o cantitate redusă din energia importată în produse și servicii pentru export și care implică un consum minimal de resurse locale.

Pentru bazinul Marei, acest indicator se situează în jurul valorii de **1.64**. Sugerează incapacitatea comunității de a transforma eficient resursele importate prin investiții și adăugarea de valoare produselor sau serviciilor ce ar putea fi exportate. Resursele importate sunt folosite *exclusiv pentru consumul intern*.

- *Gradul de încărcare environmentală (environmental loading ratio) ELR = (N+I)/R*

Indicator sensibil la fluxurile de energie neregenerabilă din sistem, compară cantitatea de emergie asociată resurselor neregenerabile de tip flux (N) și resurselor de import (I) cu cantitatea de emergie asociată surselor regenerabile exogene (R). O valoare de zero a acestui indicator ar sugera faptul că sursele de energie regenerabilă disponibile local au edificat un sistem aflat într-o stare naturală și s-ar caracteriza prin lipsa de impact vizibil a intervențiilor cu potențial de tulburare a sistemului. Înregistrarea de valori negative se consideră ca valoare zero de referință. Coeficienți situați în jurul valorii de 2 sau sub aceasta, indică sisteme teritoriale ale căror procese interne au impact environmental redus. Acest fapt poate fi influențat de suprafața sistemelor. Un sistem cu o suprafață întinsă are capacitatea de a diminua, prin absorbție, impactul. Valori ridicate ale acestui indicator sugerează gradul de dezechilibru prin imprimarea unei alte căi în dezvoltarea sistemului și ar reprezenta o măsură a gradului de îndepărtare a acestuia față de starea naturală inițială.

Valoarea acestui indicator în bazinul Marei este **1.54**, valoare deloc suprinzătoare având în vedere tipologia sectorului economic și presiunea umană asupra spațiului. Practica unei agriculturi de subzistență se prezintă ca factor de accelerare moderat al proceselor de eroziune a solului. Cantitățile de materie organică pierdute prin eroziune sunt influențate nesemnificativ de intervenția antropică. De asemenea, indicatorul relevă păstrarea unui grad moderat spre ridicat de naturalețe al sistemului teritorial. Populația din bazinul Marei este dependentă de importurile din sistemele învecinate, fără de care nu ar putea opera în condițiile socio-economice de astăzi. Valoarea înregistrată caracterizează cel mai bine sistemele de *intensitate mică spre moderată* sau cele în care importurile energetice au însemnătate doar din punctul de vedere al funcționării sistemului, fără un impact cu potențial destabilizator asupra acestuia. Această trăsătură poate fi asociată bazinului Marei.

- *Indicele de sustenabilitate emergetică (emergy sustainability index) ESI = EYR/ELR*

Acest indicator măsoară gradul de sustenabilitate precum și gradul de exploatare potențială a resurselor disponibile local. De asemenea, poate fi util în cuantificarea în timp a gradului de permeabilitate și încărcătură a sistemului. Teoretic, cea mai mică valoare poate fi zero, iar cea mai mare tinde spre infinit, nefiind posibilă decât în cazul sistemelor mature, nealterate și care nu au înregistrat importuri. Valorile înregistrate permit separarea sistemelor în două categorii distincte. În cazul sistemelor cu valori ale indicatorului de sustenabilitate sub 1, acestea devin sisteme consumator, iar cele cu valori peste 1 devin sisteme producător, cu contribuții nete pentru societate.

În bazinul Marei, indicele reprezintă o valoare limită de **1.06**, ceea ce sugerează caracterul tranzițional al sistemului teritorial dinspre **producător spre consumator**. *În cazul bazinului Marei, efortul geologic și producția primară forestieră sunt principalele elemente de reper privind productivitatea sistemului, aspect care contribuie la confortul environmental, social și recreațional al populației, dar fără beneficii economice majore*. Cel mai important avantaj pe care îl are comunitatea constă în faptul că echilibrul environmental este conservat.

- *Densitatea emergetică (emergy density) ESI = U / suprafață*

Indicator de intensitate, măsoară cantitatea de emergie investită pe parcursul unui an pe hectar, unitatea de suprafață de referință. Atenție sporită trebuie acordată acestui indicator precum și indicatorului privind emergia per locuitor întrucât sunt parțial dependenți de suprafața sistemului teritorial pentru care sunt calculați, influențând în mod sensibil valoarea acestora.

Valorile scăzute ale acestui indicator caracterizează în special spațiile urbane și mediile cu grad redus de naturalitate. Valoarea indicatorului pentru bazinul Marei se situează în jur de **4.29E+15 seJ/ha** (6.82E+11 / m^2) și reprezintă o valoare moderată.

- *Emergia per locuitor (emergy per capita) E/K = U / locuitori*

Din punct de vedere environmental, este un indicator ce reprezintă bogăția naturală de care se bucură comunitatea care conviețuiește în interiorul sistemului și cu siguranță că din această perspectivă, locuitorii sunt privilegiați. Cantitatea de emergie se situează în jurul valorii de **1.19E+16 seJ/locuitor**. Această valoare ridicată este explicabilă în parte datorită presiunii demografice într-o continuă scădere și faptului că sistemul teritorial bazinal al Marei reprezintă un bazin hidrografic de categoria a III-a, ocupând un areal extins pe sute de kilometri pătrați.

9.3 Disfuncții identificate

Analiza fizică și energetică întreprinsă în capitolele de profil pun în evidență faptul că la nivelul bazinului Marei nu există disfuncții de o asemenea importanță încât ar putea să-i afecteze funcționalitatea prin perturbarea sau îngreunarea fluxurilor de energie. Din contră, tranzitul energiilor regenerabile este valorificat prin intermediul producției primare. Din acest punct de vedere, bazinul Marei prezintă atributele unui *sistem producător*.

Factorul hidrologic, cel mai important element de modelare a peisajului precum și de orientare a energiilor către exteriorul sistemului, este organizat într-o rețea ce drenează fără impedimente geomorfologice majore fluxul hidric de suprafață. Convertirea datelor specifice în unități de flux de emergie subliniază acestă trăsătură. Singurul aspect de menționat în acest sens este faptul că, deși rolul fluxurilor de emergie regenerabilă este responsabil cu modelarea stocurilor atât cantitativ cât și calitativ, acestea își aduc contribuția la bunăstarea comunităților din bazinul Marei într-un mod pasiv. Exemple în acest sens sunt sporirea stocurilor de biomasă, serviciile ecosistemice și acțiunea pasivă asupra elementelor de infrastructură umană.

Sustenabilitatea în termeni energetici a economiei locale prezintă o situație inversă. Energia provenind din importuri, coroborată cu fluxul de emergie către export, descrie comunitățile din bazinul Marei ca făcând parte dintr-un *sistem consumator*. Pentru a înțelege eventualele cauze, este necesară includerea arealului de studiu într-o entitate politico-administrativă, inclusă la rândul ei, prin atributele de poziție, în cadrul regiunilor de periferie.

De regulă, regiunile de periferie prezintă trasături socio-economice distincte. Acestea sunt caracterizate printr-un număr de trăsături interrelaţionate care au impact asupra dezvoltării economice (Boterill, et al., 1997, Hall, et al., 2005). Dintre acestea, cu aplicabilitate directă asupra spațiului analizat, sunt menționate susceptibilitatea la impactul negativ al restructurărilor economice și al globalizării. Acestea pot fi exemplificate prin

diminuarea capitalului social datorat fenomenului emigrației forței de muncă în țări predominant din Europa de vest la care se adaugă efectele îmbătrânirii demografice.

Pierderea capitalului intelectual prin plecarea la studii în regiunile cu atribute de centralitate, constituie un alt efect resimţit acut în regiunile periferice. *Valoarea know-how-ului este ca și inexistentă, acest aspect fiind evidențiat prin lipsa inițiativelor de afaceri care ar putea să aducă valoare adăugată resurselor disponibile local.* Caracterul redus al iniţiativei locale limitează extinderea efectelor multiplicative ale afacerilor și produselor care se dezvoltă sporadic în plan local. Pierderea unor servicii de bază în educație, sănătate, (reculul emigraţiei) și nevoia de a fi deservite de poli regionali urbani din proximitate (cazul municipiilor Sighetu Marmației și Baia Mare pentru comunitățile din bazinul Marei) *atrag după sine importuri masive de hrană, energie, materiale de construcții și servicii specializate.* De asemenea, în aceste areale rolul intervenționist al statului este mai pronunţat.

Cu toate acestea, din punct de vedere demografic, bazinul Marei prezintă o schemă de organizare socială compusă din așezări rurale de dimensiuni mici și medii. Premisa conform căreia regiunile periferice sunt slab populate (Diniș, 2006, abstract) devine o realitate și în bazinul Marei, mai ales prin perpetuarea tendinței de recul demografic.

Totodată, bazinul Marei, areal de maximă concentrare a elementelor de arhitectură maramureșeană în lemn, prin menținerea unei economii agro-pastorale, păstrează atribute estetice cu un nivel ridicat de atractivitate. Acestea pot deveni resurse pentru direcții pozitive de dezvoltare viitoare.

Concluzii

Fluxurile introduc ideea unui fenomen de interacțiune și schimb, natural sau antropic, care modelează la scară temporală spațiul în care se desfășoară. Raportându-ne spațiului geografic, fluxurile denotă totodată o formă de organizare superioară a entităților între care se stabilesc relații generatoare de schimb de materie, energie și informație.

Știința ultimelor decenii a arătat că toate entitățile, denumite în continuare obiecte, conectate în adevărate rețele sistemice sunt controlate de energie și materie. Cu toate acestea, pentru ca oamenii să poată înțelege, conceptualiza și în final manageria o mică parte din acest vast agregat universal, este nevoie de abstractizarea și „desfacerea" acelei părți a realității fizice care prezintă interes într-o schemă structurală inteligibilă, guvernată de legi fizice, trăsături și caracteristici proprii. Schema structurală este cunoscută sub denumirea generică de sistem, iar una din proprietățile adesea amintite este capacitea de autoorganizare. Această trăsătură definitorie a sistemelor de orice tip, în loc să dezvolte o distribuție uniformă a materiei, creează unități discrete, care prin funcțiile deținute fac posibilă operaționalizarea acestora.

La nivel ideatic, componentele unui sistem trebuie să fie conținute într-un spațiu, dar separate de entitățile similare printr-o limită, astfel încât sistemul să se poată distinge în raport cu alte sisteme aflate pe o poziție ierarhică similară sau în raport cu sistemul care îl conține. Deocamdată nu există reguli precise prin intermediul cărora să se poată efectua distincția clară între un sistem de referință și mediul / spațiul în care ființează. Ceea ce conceptualizăm ca și sistem depinde de scopul în virtutea căruia dorim să facem această distincție.

Din fericire, o soluție pertinentă și eficientă atunci când se pune problema analizei unor teritorii ca entități sistemice, vine tocmai din analiza modului de organizare a apei intrată în contact cu suprafața terestră. Bazinele hidrografice sunt considerate ca fiind formele elementare de organizare a resursei hidrice. Prin extrapolare, în scopul unui management înțelept, putem considera teritoriul bazinal ca fiind o entitate potrivită pentru orice tip de activități de planificare și management.

Prezenta lucrare, structurată pe nouă capitole, își propune să aducă în atenția celor în a căror atribuții profesionale este inclusă responsabilitatea gestionării unui teritoriu faptul că entități teritoriale delimitate pe criteriul morfohidrografic pot fi luate în calcul ca o alternativă viabilă în segmentarea și gestionarea responsabilă a resurselor conținute, desigur, cu scopul creșterii nivelului de trai al populației locale.

Abordarea teoretico-metodologică este în spiritul paradigmei sistemice, aplicând ca metodă de evaluare cantitativă a resurselor definitorii ale sistemului teritorial premisele ***teoriei emergiei****. Acest ansamblu metodologic și procedural s-a dovedit a fi un suport logistic de mare valoare, care a contribuit din plin la găsirea unei modalități pertinente de abstractizare a unei realități teritoriale complexe, atât din punct de vedere al suportului fizico-geografic cât și din punct de vedere al gradului de antropizare. Suportul medodologic a reprezentat un instrument pertinent* ***în cuantificarea de o manieră integrată, pe considerente energetice****, a tuturor variabilelor sistemice, putându-se constitui ca și metodă cantitativă chiar și în domeniul geografiei. Evaluările sistemice prin intermediul metodologiei emergetice permit conturarea stării sistemului teritorial la un moment dat prin*

cuantificarea fluxului de energie ce tranzitează sistemul. Pe de altă parte, acest tip de analiză poate contribui la generarea unui instrument de evaluare teritorială care să vină în sprijinul acțiunilor de planning și management. Considerăm că cel puțin primul deziderat a fost îndeplinit, studiul reușind, dintr-o perspectivă geografică, să infereze valoarea fluxului de energie (1.76E+20 seJ/an) în sistemul teritorial bazinal al Marei, aspect ce pune în evidență funcția de stare a sistemului la momentul analizei.

Primele două capitole sintetizează punctual obiectivele și scopul cercetării, urmate de o pledoarie privind susținerea eforturilor de implementare a gândirii sistemice în surmontarea unor provocări cu care se confruntă comunitățile umane în spațiile pe care le ocupă, explicând care sunt resorturile științifice care stau la baza acestui tip de abordare.

Capitolul trei detaliază suportul teoretico-metodologic furnizat de teoria emergiei, concept perfectat în Statele Unite ale Americii unde s-a dezvoltat cu precădere în cadrul științelor environmentale. Autorul apreciază pragmatismul acestei abordări precum și eficiența în măsurarea cantitativă a parametrilor sistemici, cu atât mai mult cu cât metoda permite încorporarea platformelor SIG în calculul și analiza distribuției spațiale a energiilor care definesc sistemul.

Din punctul de vedere al rezultatelor parțiale, următoarele capitole prezintă demersul propriu-zis de analiză a bazinului morfohidrografic al Marei ca entitate sistemică. Acestea prezintă caracterizarea sintetică a componentelor sale și transpunerea „realității" teritoriale prin intermediul unui model conceptual folosind limbajul grafic propriu sistemelor energetice.

Caracteristicile definitorii ale bazinului Marei din punct de vedere fizico-geografic precum și cuantificarea din punct de vedere emergetic a principalelor forme materiale de stocaj au fost surprinse în cadrul capitolelor patru – șapte.

Detalierea principalelor categorii de resurse energetice de tip flux definitorii pentru funcționarea sistemului, calcularea fluxurilor de emergie care tranzitează sistemul teritorial și obținerea unor indicatori de performanță care pot să creioneze starea sistemului, au constituit obiectivele penultimelor două capitole. Procesul de cuantificare a fost urmat de identificarea acelor disfuncții care, o dată eliminate sau cel puțin diminuate, ar ridica gradul de performanță al teritoriului.

Teza prezintă și explică un procedeu de lucru eficient prin intermediul căruia rezultă noi conținuturi informaționale ce ar putea fi folosite în cadrul proceselor de concepere a unor strategii de dezvoltare teritorială.

BIBLIOGRAFIE

Alexianu, M., Weller, Ol., Curcă, Roxana, (2011), *Archeology and anthropology of salt: a diachronic approach,* Proceedings of the International Colloquium, 1-5 october 2008, Al.I.Cuza University, Iași, Ed. Archaeopress, Oxford;

Alpanda, S., Peralta-Alva, A., (2010), *Oil crisis, energy-saving technological change and the stock market crash of 1973-1974*, Review of Economic Dynamics, vol. 13, issue 4, p. 824-842;

An, Li, (2012), *Modelling human decisions in coupled human and natural systems: Review of agent-based models,* Ecological Modelling, 229, p. 25-36;

Anghel, T., Bilașco Șt., (2008), *The Motru mining basin – GIS application on sheet erosion*, Geographia Napocensis, anul II, nr.1;

Arbault, D., Rugani, B., Tiruta-Barna, Ligia, Benetto, E., (2014), *A semantic study of the Emergy Sustainability Index in the hybrid lifecycle-emergy framework,* Ecological Indicators, 43, p. 252-261;

Ardelean, G., (2000), *Fauna de vertebrate a Maramureșului*, Ed. Dacia, Cluj Napoca;

Ardelean, Livia, (2012), *Istoria economică și socială a Maramureșului între 1600-1700*, Ed. Ethnologica, Baia Mare;

Ardelean, Livia, (2011), *Structuri social-economice în Maramureș în secolul al XVII-lea, rezumat teză de doctorat*, Cluj Napoca;

Armas, Cristina, (2004), *Balance de la interacción entre plantas superiores en ambientes semiáridos: mecanismos y procesos,* Universidad Autónoma de Madrid, Madrid;

Aroldi, C., (2000), *Lithofacial analysis of the formation from the allochtonous units of the transcarpathian flysch area (Maramureș) for palinspastic paleogeography reconstruction;*

Aroldi. C., (2001), *The Pienides in Maramureș, sedimentation, tectonics and paleogeography*, Cluj University Press, Cluj Napoca;

Aspinall, R., Pearson, Diane, (2000), *Integrated geographical assessement of environmental conditions in water catchment: Linking landscape ecology, environmental modelling and GIS,* Journal of Environmental Management, 59, p. 299-319;

Atudorei, C., Bocănețe, E., (1971), *Cercetarea, exploatarea și valorificarea sării*, Editura Tehnică, București;

Bao Le, Quang, Park, Soon Jin, Vlek, P., Cremers, Ar., (2008), *Land-use dynamic Simulator (LUDAS): A multi-agent system model for simulating spatio-temporal dynamics of coupled human-landscape system. Structure and theoretical specification*, Ecological Informatics, 3, p. 135-153;

Bao Le, Quang, Seidl, R., Scholz, R., (2012), *Feedback loops and types of adaptation in the modelling of land-use decisions in an agent-based simulation,* Environmental Modelling & Software, 27-28, p. 83-96;

Balassa, B., (1985), Exports, policy choises and economic growth in developing countries after the 1973 oil shock, Journal of Development Economics, vol. 18, issue 1, p. 23-35;

Barile, S., Saviano, Marialuisa, Polese, Fr., Di Nauta, Pr., (2012), *Reflections on service systems boundaries: A viable systems perspective. The case of the London borough of Sutton*, European management Journal, 30, p. 451-465;

Bastian, O., Syrbe, R., Rosenberg, Matt., rahe Doreen, Grunewald, K., (2013), *The five pillar EPPS framework for quantifying, mapping and managing ecosystem services*, Ecosystem Services, 4, p. 15-24;

Bastianoni, S., Facchini, A., Susani, L., Tiezzi, E., (2007), *Emergy as a function of exergy*, Energy, 32, p. 1158-1162;

Bastianoni, S., Morandi, F., Flaminio, T., Pulselli R.M., Tiezzi, Elisa, (2011), *Emergy and emergy algebra explained by means of ingenuous set theory*, Ecological Modelling, 222, p 2903-2907;

Batjes, N.H., (1996), *Total carbon and nitrogen in the soils of the world*, European Journal of Soil Science, vol. 47, issue 2, p. 151-163;

Bărbos, M., (2007), *Studii privind cenologia și ecologia pajistilor montane din județul Maramureș*, teză de doctorat, Cluj Napoca;

Bârlea, Gh, (2003*), Mentalități în tranziție*, Ed. Limes, Cluj Napoca;

Berkel van, D., Verburg, P., (2014), *Spatial quantification and valuation of cultural ecosystem services in an agricultural landscape*, Ecological Indicators, 37, p. 163-174;

Bertalanffy L., (1968), *Organismic psychology and systems theory*, Clark University Press, Massachusetts, USA;

Bilanici, A., (2010), *Valorificarea resurselor minerale și protecția populației împotriva dezastrelor în contextual implementării conceptului de dezvoltare durabilă. Studiu de caz – zăcămintele metalifere din județul Maramureș*, rezumat teză de doctorat, Cluj Napoca;

Bithell, M., Brasington, J., Richards, K., (2008), *Discrete-element, individual-based and agent based models: Tools for interdisciplinary enquiry in geography?*, Geoforum, 39, p. 625-642;

Bithell, M., Brasington, J., (2009), *Coupling agent-based models of subsistence farming with individual-based forest models and dynamic models of water distribution*, Environmental Modelling & Software, 24, p. 173-190;

Boar, N., (2005), *Regiunea transfrontalieră româno-ucraineană a Maramureșului*, Presa Universitară Clujeană, Cluj Napoca, România;

Boardman, J., Poesen, J., (2006), *Soil Erosion in Europe*, John Wiley & Sons, Ltd;

Boggia, A., Cortina, Carla, (2010), *Measuring sustainable development using a multi-criteria model: A case study*, Journal of Environmental Management, 91, p. 2301-2306;

Borcoş, M., Gheorghiţă, I., Lang, B., Stan, N., Volanschi, E., Mîndroiu V. (1972), *Consideraţii privind activitatea metalogenetică asociată andezitelor piroxenice sarmaţiene din S.W. munţilor Gutîi (Ilba- Nistru- Băiţa)*, Stud. Teh. Seria I, nr.6, p. 65-91, Bucureşti;

Borcoş, M., Lang, B., Peltz, S., Stan, N. (1972), *Evoluţia vulcanismului neogen în partea de vest a munţilor Gutîi (Negreşti-Seini-Băiţa)*, Stud. Teh. Seria I, nr. 6, p. 7-37, Bucureşti;

Botterill, D., Owen R., Emanuel, Louise, Foster, Nicola, Gale, T., Nelson, C., Selby, M., (1997), *Perceptions from the periphery: The experience of Wales, chapter 1,* Tourism in Peripheral Areas: Case Studies, Channel View Publications, USA;

Blancher, E., Etheredge, Y.J., (2006), *Emergy analysis of two watersheds in the Mobile Bay National Estuary program's area,* 4th Biennial Emergy Conference, Gainesville, Florida, USA;

Brandt-Williams, S., (2002), *Handbook of Emergy Evaluation. Folio 4: Emergy of Florida Agriculture*, Gainesville, Florida, Center for Environmental Policy, USA;

Brișan, Nicoleta, Ardelean, Laura, Petrescu, I., (2007*), Contribuții la cunoașterea fenomenelor de risc în aria de dezvoltare a zăcământului de sare Ocna Şugatag*, Environment & Progress, 10, p. 73-79, Cluj Napoca;
Brown, M., Ulgiati, S., (1999), *Emergy evaluation of the biosphere and natural capital*, Ambio, vol. 28, issue 6, p. 486-493;
Brown, M., Ulgiati, S., (2001), *Emergy measures of carrying capacity to evaluate economic investments*, Population and Environment, vol. 22, issue 5, p. 471-501;
Brown, M., Ulgiati, S., (2004), *Energy quality, emergy and transformity: H.T. Odum's contributions to quantifying and understanding systems*, Ecological Modelling, vol. 178, issues 1-2, p. 201-213;
Brown, M., Campbell, E., (2007), *Natural capital & environmental services of the U.S National Forests using emergy synthesis*, Gainesville, Florida: Center for Environmental Policy, USA;
Brown, D., Robinson, D., An, Li, Nassauer, Joan, Zellner, Moira, Rand, W., Riolo, R., page, Sc., Low, B., Wang, Zhifang, (2008), *Exurbia from bottom-up: Confronting empirical challenges to characterizing a complex system*; Geoforum, 39, p. 805-818;
Brown, M., Ulgiati, S., (2010), *Updated evaluation of exergy and emergy driving the geobiosphere: A review and refinement of the emergy baseline*. Ecological Modelling. Vol. 221, issue 20, p. 2501-2508;
Brown, M., Raugei, M., Ulgiati, S., (2012), *On boundaries and 'investmets' in Emergy Synthesis an LCA: A case study on thermal vs. photovoltaic electricity*, Ecological Indicators, 15, p. 227-235;
Bryan, B., Crossman, N., (2013), *Impact of multiple interacting financial incentives on land use change and the supply of ecosystem services*, Ecosystem services, 3, p. 60-72;
Bulgăreanu, V.-Al., Ianc, Rosette, Ionescu, Venera, KISS, Şt., Prodănescu, I., Ţintilă, D., Urcan, T. (1985): *Roşu lake (Ocna Şugatag, Maramureş), the limnology of a anthroposaline, brackish- and acidic water lake*, Revue roumaine de géologie, géophysique et géographie, Géologie, 29. 91–95, Bucharest;
Buonocore, Elvira, Hayha, Tiina, paletto, Al., Franzese, P.P., (2014), *Assessing environmental costs and impacts of forestry activities: A multi-method approach to environmental accounting*, Ecological Modelling, 27, p.10-20;
Campbell, E., Ohrt, A., (2009), *Environmental Accounting Using Emergy: Evaluation of Minnesota*, US EPA/600/R-09-002, p. 138;
Campbell, E., Tilley, D., (2014), *The eco-price: How environmental emergy equates to currency*, Ecosystem services, 7, p. 128-140;
Carneiro, de Senna, T,G., Andrade de Ribeiro, P., Câmara, G., Vieira Monteiro, A. M., Reis Pereira, R., (2013), *An extensible toolbox for modelling nature-society interactions*, Environmental Modelling & Software, 46, p. 104-117;
Cavalett, O., Ferraz de Queiroz, J., Ortega, En., (2004), *Emergy assessment of integrated production systems og grains, pig and fish in small farms in South Brazil*, in Ortega En., &
Cândea, Melinda, Bogdan, Elena, Simon, Tamara, (2011), *Așezările umane și organizarea spațiului geografic: note de* curs, Editura Universitară, București;

Cioacă, A., Mihai, Elena (1980): Condiţiile morfohidroclimatice şi procesele geomorfologice actuale în Depresiunea Ocna Şugatag, Studii şi cercetări de geologie, geofizică şi geografie, Geologie, XXVII/2. 251–260, Bucureşti;
Cioflică, G., (1956), *Studiu geologic și petrografic al formațiunilor eruptive din regiunea Băița (Baia Mare)*, Anal. Univ. C.I parhon, Seria Științe Naționale, vol. 11, București, Romania;
Ciupagea, D., Pauca, M., Ichim, Tr., (1970), *Geologia Depresiunii Transilvaniei*, Ed. Academiei Republicii Socialiste România;
Cherecheș, D., (1999), *Gestiunea durabilă a pădurilor din Maramureș*, Ed. Dragoș Vodă, Cluj Napoca;
Cho, Cheol-Joo, (2013*), An exploration of reliable methods of estimating emergy requirements at the regional scale: Traditional emergy analysis, regional thermodynamic input-output analysis, or the conservation rule-implicit method*, Ecological Modelling, 25, 288-296;
Chorley, R. J., Schumm. S.A., Suggden, D. E., (1985), *Geomorphology,* Methen, London;
Cleveland, C.J., Kaufmann, R.K., Stern, D.I., (2000), *Aggregation and the role of energy in the economy*, Ecological Economics, vol. 32, issue 2, p. 301-317;
Clifford, N.J., (2008), *Models in Geography revisited*, Geoforum, 39, p. 675-686;
Cocheme, J., Leggo, P., Damian, Gh., Fulöp, Alexandrina, Ledesert, Beatrice, Grauby, Ol., (2003), *The mineralogy and distribution of zeolitic tuffs in the Maramureș Basin, Romania*, abstract, Clay and Clay Minerals, no.6, p. 599-608;
Cocuț, M., (2008), *Caracteristicile scurgerii apei din Depresiunea Maramureșului în zona montană limitrofă*, teza de doctorat, Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj Napoca;
Common, M., Stagl, S., (2005), Ecological Economics. An introduction, Cambridge University Press, Cambridge, UK;
Corpade, A., (2011), *Mediu real, mediu perceput și comportament uman în depresiunea Maramureșului*, teza de doctorat, Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj Napoca;
Coscieme, L., Pulselli, F., Marchettini, Nadia, Sutton, P., Anderson, Sharolyn, Sweeney, Sharlynn, (2014*), Emergy and ecosystem services: A national biogeographical assessment*, Ecosystem services, 7, p. 152-159;
Costin, N., (2005), *Petrologia, mineralogia și geochimia sistemului epitermal din zăcământul Văratec-Băiuț*, teza de doctorat, Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj Napoca;
Crahmaliuc, M., (1999*), Studiu structural metalogenetic al magmatitelor Neogene din Munții Oaș-Gutâi cu ajutorul modelelor magnetice și gravimetrice de simulare*, teza de doctorat, București;
Croitoru, Adina, Piticar, A., Dragotă, Carmen, Sofia, Burata, Doina, Cristina, (2013), *Recent changes in reference evapotranspiration in Romania*, Global and Planetary Change, vol. 111, p. 127-136;
Crossman, N, D., Burkhard, B., Nedkov, St., Willemen, Loise, Petz, K., Palomo, Ig., Drakou, Evangelia, Martin-Lopez, Berta, McPhearson, T., Boyanova, Kremena, Alkemade, R., Egoh, B., Dunbar, Martha, Maes, J., (2013), *A blueprint for mapping and modelling ecosystem services*, Ecosystem services, 4, p. 4-14;
David, D., (2006), *Metodologia cercetării clinice*, Ed. Polirom, Iași;

Dăncuș, M., (2010), *Diplome maramureșene din secolele XVI-XVIII, provenite din colecția lui Ioan Mihalyi de Apșa*, Ed. Academiei Române, București;
Delmotte, S., Lopez-Ridaura, S., barbier, J-M., Wery, J., (2013), *Prospective and participatory integrated assessment of agricultural systems from farm to regional scales: Comparison of three modeling approaches*, Journal of Environmental management, 129, p. 493-502;
Dezsi, Ș, (2006), *Țara Lăpușului: studiu de Geografie Regională*, Editura Presa Universitară Clujeană, Cluj Napoca, Romania;
Diniș, Anabela, (2006), *Marketing and innovation: Useful toolf for competitiveness in rural and peripheral areas*, abstract, European Planning Studies, vol. 14, issue 1, p. 9-22;
Dixon, J., (1975), *Finite strain and progressive deformation in models of diapiric structures*, Tectonophysics, vol. 28, issue 1-2, p. 89-124;
Donisă I., (1977), *Bazele teoretice şi metodologice ale Geografiei,* Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti;
Dordea, D., (2009), *Structura geologică a Munților Oaș-Gutâi obținută prin prelucrarea datelor geologice, geofizice și de teledetecție*, teza de doctorat, București;
Dordea, I., (1998), *Economia sării din Maramureș în veacul al XVII-lea*, teză de doctorat, Cluj Napoca;
Drăgănescu, M., (1990), *Informaţia materiei*, Editura Academiei , Bucureşti;
Drăgănescu, L., (1997), Originea sării și geneza masivelor de sare, Societatea de Geografie din România, București;
Dumitrescu, I., Săndulescu, M., (1968), *Problèmes structuraux fondamentaux des Carpates Roumaines et de leur avant-pays,* Com. Geol. Rom., Anu., 36 p. 195–218;
Edelstein, O., Istvan, D., Cojocea, C., Weisz, G., Bernád, A., Stan, D., Kovacs, M., (1980), *Harta geologică a Munților Oaș – Țibleș*, scara 1:25.000. Arhiva S.C. IPEG S.A. Baia Mare;
Editorial, (2012*), Understanding human decisions in coupled natural and human systems*, Ecological Modelling, 229, p. 1-4;
Editorial, (2013), *Mapping and modelling ecosystem services for science, policy and practice*, Ecosystem Services, 4, p. 1-3;
Evans, Matt., Bithell, M., Cornell, St., Dall, S., Diaz, S., Emmott, St., Emande, Br., Grimm, V., Hodgson, D., Lewis, S., Mace, G., Morecroft, M., Moustakas, Ar., Murphy, E., Newbold, T, Norris, K., Petchey, O., Smith, Matt., Travis, J., Benton, T., (2014), *Predictive systems ecology*, Proceedings of The Royal Society, 280;
Feru, A., (2004), *Metode și tehnici specific utilizate în studiul apelor minerale natural. Studio de caz – zăcământul Borsec*, teza de doctorat, București;
Fagerholm, N., Kayhko, Niina, Ndumbaro, Festo, Khamis, Miza, (2012), *Community stakeholders knowledge in landscape assessments – Mapping indicators for landscape services*, Ecological Modelling, 18, p. 421-433;
Filatova, Tatiana, Verburg, P., Parker, Dawn Cassandra, Stannard, carol Ann, (2013*), Spatial agent-based models for socio-ecological systems: Challenges and prospects*, Environmental Modelling & Software, 45, p. 1-7;
Filip, S., (2008), *Depresiunea și Munceii Băii Mari: studiu de geomorfologie environmentală*, Presa Universitară Clujeană, Cluj Napoca, România;

Floca, L., coord., (1998), *Relații fizice environment – organism viu, vol. I*, Ed. Presa Universitară Clujeană, Cluj Napoca;
Floca, L.,coord., (2001), *Relații fizice environment – organism viu, vol. II,* Ed. Presa Universitară Clujeană, Cluj Napoca;
Florea, N., Munteanu, I., coord., (2012), Sistemul Rom\n de taxonomie a solurilor (SRTS), Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Pedologie, Agrochimie și Proceția Mediului – ICPA București;
Franzese, P., Rydberg, T., Russo, G.F., Ulgiati, S., (2009), *Sustainable biomass production: A comparison between Gross Energy Requirement and Emergy Synthesis methods*, Ecological Indicators, 9, p. 959-970;
Franzese, P., Cavalett, O., Häynä, Tiina, D'Angelo, S., (2013), *Integrated Environmental assessment of agricultural and farming production systems in the Toledo River Basin (Brasil),* United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation;
Fulöp, Alexandrina, (2000), *Analiza secvențială a piroclastitelor acide din baza complexului volcanic al Munților Gutai. Reconstituiri paloevulcanice și paleosedimentologice*, teza de doctorat, Universitatea București;
Fulöp, Alexandrina, (2001), Tuffaceous conglomerates: syn-eruptive resedimented debris flow and hyperconcentrated flow deposits from the "rhyodacitic formation", Gutâi Mts, Eastern Carpathians, Studia Universitatis, Babeș-Bolyai, Geologia, XLVI, 1, 2001;
Fulöp, Alexandrina, (2002), *Transport and emplacement of 15.4 Ma rhyolitic ignimbrites from Gutâi Mts., Eastern Carpathians*, Romania, Studia Universalis „Babeș-Bolyai", Geologia, XLVII, p. 65-75;
Fulöp, Alexandrina, (2003), *Debutul vulcanismului în Munții Gutâi reconstituiri paleovulcanologice și paleosedimentologice*, Ed. Dacia, Cluj Napoca;
Fulöp, Alexandrina, (2013), *Transport and emplacement of ignimbrites and resedimented volcaniclastics from Gutai Mts., Eastern Carpathians*, Romania, Studia UBB Geologia, vol. 49, issue 1, p. 65-73;
Fürtöș, R., (2009), *Colectivizarea în Maramureș – mărturii de istorie orală*, Ed. Fundația Academia Civică, București;
Georgescu-Roegen, N., (1971), *Entropy and the Economic Process*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA;
Giannetti, B., Bonilla, Silvia, Almeida, Cecilia, (2013), *An emergy-based evaluation of a reverse logistics network for steel recycling*, Journal of Cleaner Produsction, vol. 46, p. 48-57;
Giușă, D., (1973), *Neogene vulcanism and metallogenesis in the Gutâi Mountains, guide to excursion 1AB*, Geological Institute of Romania guidebook series, Bucharest;
Giușă, D., Borcoș, M., Lang, B., Stan, N., (1973), *Neogene volcanism and metallogenesis in the Gutâi Mountains*, Geological Institute of Romania guidebook series, Bucharest;
Ghinea, Laura, (2007), *Noile modele Maramureș între ficțiune și realitate*, Ed. Universității de Vest, Timișoara;
Ghisellini, Patrizia, Zucaro, Amalia, Viglia, S., Ulgiati, S., (2014), *Monitoring and evaluating the sustainability of Italian agricultural system*, Ecological Modelling, 271, p. 132-148;
Gomez, B., Jones III, J. (editors), (2010), *Research methods in Geography, A critical introduction*, Blackwell Publishing Ltd, Ho Printing Singapore Pte Ltd, Singapore;

Grasu, C., Catană, C., Botoş, Iuliu, (1996), *Petrologia formațiunilor din flișul intern carpatic*, Editura Tehnică, București;
Grasu, C., Catană, C., Miclăuș, Crina, Botoş, Iuliu, (1999), *Molasa Carpaților Orientali: petrografie și sedimentogeneză*, Editura Tenică, București;
Haidu, I., (1991), *Potențialul hidroenergetic al râurilor mici din Grupa Nordică a Carpaților Orientali*, teză de doctorat, Universotatea Al.I.Cuza, Iași;
Haidu, *I., (1993),* Sursele de alimentare ale râurilor mici din Carpații Maramureșului și Bucovinei, Studia, Ser. Geographia, nr. 1;
Haidu, I., (1993*), Evaluarea potențialului hidroenergetic natural al râurilor mici: aplicație* la *Carpații Maramureșului și Bucovinei*, Ed. Gloria, Cluj Napoca;
Haidu, I., (1997), *Analiza seriilor de timp. Aplicații în hidrologie*, Ed. H*G*A*, seria Tempus, București;
Hall, C*.M., Boyd, S. (2004), Nature*-based tourism in peripheral areas, Develpment or Disaster? Channel View Publications, United Kingdom;
Hannich, D., (1997), *Aportul prospecțiunii magnetometrice la descifrarea structurii geologice a regiunii Oaș-Gutâi*, teza de doctorat, Universitatea București, București;
Har, N., (2005), *Petrologie magmatică – elemente de petrogeneză și produsele magmatismului*, Ed. Casa Cărții de Știință, Cluj Napoca;
Harrison, S., Massey, Doreen, Richards, K., Magiligan, F.J., Thrift, N., Bender, Barbara, (2004), *Thinking across the divide: perspectives on the conversation between physical and human geography*, Area, vol. 36, issue 4, p. 435-442;
Hau, J.L., Bakshi, B.R., (2004), *Promise and problems of emergy analysis*, Ecological Modelling, vol. 178, issues 1-2, p. 215-225;
Heylighen, F., Joslyn, C., (1995), *Systems Theory*, Cambridge Dictionary of Philosophy, Cambridge University Press, Cambridge Massachusetts, USA;
Hernandez-Morcillo, Monica, Plieninger, T., Bielding, Claudia, (2013*), An empirical review of cultural ecosystem service indicators*, Ecological Indicators, 29, p. 434-444;
Hester, R. E., Harrison, R. M., (2012), *Soils and Food Security (Issues in Environmental Science and Technology)*, Royal Society of Chemistry;
Hodor, N., (1991), *Piemontul Văratec: studiu morfogenetic*, Studia Universalis Babeș-Bolyai, Geographia, 36, 1, p.9-15;
Hodor, N., (2001), *Munții Igniș-Gutâi – studiu geomorfologic*, teza de doctorat, Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj Napoca;
Hodor, N., (2003), *Considerații privind relieful minier din cadrul Munților Igniș-Gutâi și a masivelor Țibleș și Toroiaga*, extras din Studii și cercetări, Geologie-Geografie, 8, p. 107-112;
Hong, B., Limburg, Karin, Hall, Myrna, Mountrakis, G., Groffman, P., Hyde, Karla, Luo, Li, Kelly, Victoria, Myers, S., (2012*), An integrated monitoring / modelling framework for assessing human-nature interactions in urbanizing watersheds: Wappinger and Onondaga Creek watersheds, New York, USA*, Environmental Modelling & Software, 32, p. 1-15;
Horvath, C.S., Reti, Kinga-Olga, Bilasco, S.m Rosian, G., (2011), *Spatial distribution of the average runoff in the Iza and Vișeu watersheds*, NATO SfP 984440 Project;

Huibin, Du., Na, Li, Brown, Marilyn, A., Peng, Yuenuan, Shuai, Yong, (2014), *A bibliographic analysis of recent solar energy literatures: The expansion and evolution of a research field*, Renewable energy, 66, p. 696-706;

Humann, J., Madni, Az., (2014), *Integrated agent-based modelling and optimization in complex systems analysis*, Procedia Computer Science, 28, p. 818-827;

Ianoş, I., (2000*), Sisteme Teritoriale, O abordare geografică*, Editura Tehnică, București;

Ianoș, I., Humeau, J.B., (2002), Teoria sistemelor de așezări umane, Editura Tehnică, București;

Ianoș, I., Heller, W., (2006), *Spațiu, economie și sisteme de așezări*, Editura Tehnică, București;

Ianoș, I., Pieptănatu, D., & Zamfir, D., (2009), *Respect for environment and sustainable development*, Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, 4, 1 81-93;

Ianoş, I. Pieptănatu, D., Pintilii, R., Zamfir, Daniela, (2010), *The insertion of highly disanvantaged areas in regional environments*, Analele Universității din Oradea, no.2, p. 159-166;

Ianoș, I., Humeau, J.B., Tălângă, C., Braghină, C., Ancuța, Cătălina, Bogdan, L., (2010), Ethics of space and the treatment of most disadvantaged areas, Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, vol. 5, no. 2. p. 211-217;

Ianoș, I., Petrișor, Al., Stoica, Ilinca, Sârbu, C., Zamfir, Daniela, Cercleux, Andreea-Loreta, (2011), *The different consuming of primary eco-energies and their degradation in territorial systems*, Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, vol. 6, no.2, p. 251-260;

Ianovici, V., Borcoș, M., Bleahu, M., Patrulius, D., Lupu, M., Dimitrescu, R., Savu, H., (1976), *Geologia Munților Apuseni*, Editura Academiei Socialiste România, București;

Ichim, I., Rădoane, M., (1986), *Efectele barajelor în dinamica reliefului: abordare geomorphologică*, Editura Academiei Republicii Socialiste România, București;

Ichim, I., Bătucă, D., Rădoane Maria, Duma, D., (1989), *Morfologia şi dinamica albiilor de râuri*, Editura Tehnică, Bucureşti;

Ielenicz, M., (2004), *Geomorfologie Generală*, Editura Universitară, București;

Ilieș, M., (2006), *Țara Oașului Studiu de Geografie Regională*, Ed. Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca;

Ilieș, Gabriela, (2007), *Țara Maramureșului Studiu de Geografie Regională*, Ed. Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca;

Iojă, C.I., Niță, M.R., Vânău, G.O., Onose, D.A., Gavrilidis, Ath. A., (2014), *Using multi-criteria analysis for the indentification of spatial land-use conflicts in the Bucharest Metropolitan Area*, Ecological Indicators, 42, p. 112-121;

Iorgulescu, T., Niculescu, N., (1962*), Vârsta unor masive de sare din R.P.*R., Rd. Academiei R.P.R., București;

Irimuș, A., (1998), *Relieful pe domuri și cute diapire în Depresiunea Transilvaniei*, Ed. Presa Universitară Clujeană, Cluj Napoca;

Jude, R., (1986), *Metalogeneza asociată vulcanismului neogen din NV-ul Munților Oaș*, Ed. Academiei Republicii Socialiste România, București;

Jude, R., (2006), *Introducere în geologia zăcămintelor nemetalifere*, Ed. Universității din București, București;

Jurje, Maria, (2012), *Andezitele cuarțifere din zona vulcanica Oaș-Gutâi*, teza de doctorat, Universitatea Babeş-Bolyai, Cluj Napoca;
Kacso, C., (2010), *Minerit și civilizație în Maramureș*, Ed. Eurotip, Baia Mare;
Kovacs, M., (1995), *Volcanicity/metallogeny in Oaş-Gutâi Mts. General remarks*, Romanian Journal of Mineral deposits, 77:21–28;
Kovacs, M., (2002), *Petrogeneza rocilor magmatice de subducție din aria central-sud-estică a Munților Gutâi*, Ed. Dacia, Cluj Napoca;
Kim, D.J., (2010), *A new thermoeconomic methodology for energy systems*, Energy, 35, p.410-422;
Kriiger, A., Ulbrich, U., Speth, P., (2001), *Groundwater recharge in Northrhine-Westfalia predicated bystatistical model for greenhouse gas s*cenarios, Physics and Chemistry of the Earth part B, 26 (12), p. 853-861;
Krysanova, Valentina, Hattermann, Fr., Wechsung, Fr., (2007), *Implication of complexity and uncertainty for integrated modelling and impact assessment in river basins*, Environmental Modelling & Software, 22, p. 701-709;
Lal, R., (2008), *Sequestration of atmospheric CO_2 on global carbon pools*, Energy & Environmental Science, 1, p. 86-100;
Lambert, Jessica, Hall, Ch., Balogh, St., Gupta, Aj., Arnold, Michelle, (2014), *Energy, EROI and quality of life*, Energy Policy, 64, p. 153-167;
Landuyt, D., Broekx, St., D'hondt, R., Engelen, G., Aertsens, J., Goethals, P., (2013), *A review of Bayesian belief networks in ecosystem service modelling*, Environmental modelling & Software, 46, p.1-11;
Lazzaretto, A., (2009), *A critical comparison between thermoeconomic and emergy analyses algebra*, Energy, 34, p. 2196-2205;
Leh, M.D.K., (2011), *Quantification of sediment sources in a mixed land use watershed: A remote sensing and modelling approach*, dissertation, ProQuest LLC, USA;
Leavesley, G.H, Lichty, R.W., Troutman, B.M., Saidon, L.G, *Precipitation-runoff modellin system: user's manual*, Water resource investigation report 83-4238;
Li, Linjun, Lu, Hongfang, Campbell, D., Ren, hai., (2010), *Emergy algebra: Improving matrix methods for calculating transformities*, Ecological Modelling, 221, p. 411-422;
Lior, Noam, (2008), *Energy resources and use: The present situation and possible paths to the future*, Energy, 33, p. 842-857;
Lotka, A.J., (1922), *Contribution to the energetics of evolution*, Proc.Natl.Acad.Sci, 8, p. 147-151;
Lung, T., Lubker, T., Ngochoch, J., Schaab, Gertrud, (2013*), Human population distribution modelling at regional level using very high resolution satellite imagery*, Applied Geography, 41, p. 36-45;
Mac, I., (1992), *Munții Oaș-Gutâi*-Țibleș, Ed. Abeona, București;
Mac, I., Petrea, D., (1994), *Fenomenul de tranzienţă în sistemele geografice,* Studia Univ. „Babeş-Bolyai", Geographia, 1-2, Cluj-Napoca;
Mac, I., (2000), Geografie Generală, Editura Europontic, Cluj Napoca;
Macovei, Gh., (1997*), Stratigrafia Terțiarului dintre masivul Preluca și eruptivul neogen Gutâi*, teză de doctorat, Cluj Napoca;

Mann, C., Jeanneaux, Phil., (2009), *Two approaches for understanding land-use conglicts to improve rural planning and management*, Journal of Rural and Community Development, 4, p. 118-141;
Manilici, V., Giușă, D., Stiopol, V., (1965), *Study of Baia Sprie ore deposit*, Memoriile Comitetului geologic, Institutul Geologic București, VII, p. 1-95;
Manson, St., (2008), *Does scale exist? An epistemological scale continuum for complex human-environment systems*, Geoforum, 39, p. 776-788;
Mellino, S., Ripa, Maddalena, Zucaro, Amalia, Ulgiati, S., (2014), *An emergy – GIS approach to the evaluation of renewable resource flows: A case study of Campania Region, Italy*, Ecological Modelling, 271, p. 103-112;
Mellino, S., Buonocore, Elvira, Ulgiati, S., (2015), *The worth of land-use: A GIS-emergy evaluation of natural and human-made capital*, Science of The Total Environment, vol. 506-507, p. 137-148;
Mihai, Gh., (1998), *Contribuții la elaborarea unor tehnologii de folosire intensivă a pajistilor din Depresiunea Maramureșului*, teza de doctorat, Universitatea de Științe Agricole și Medicină veterinară, Cluj Napoca;
Mihalyi de Apșa, I., (2009), *Diplome maramureșene din secolele XIV și XV*, Ed. Dragoș Vodă, Cluj Napoca;
Mihăilescu, V., (1968), *Geografie Teoretică*, Editura Academiei Republicii Socialiste România, București;
Misso, Rosa, Marinelli, N., Borrelli, Irene, (2013), *Territorial Systems with rural vocation, Innovation and climate change: from the web an opportunity for the sustainability of well-being*, Journal of Knowledge management, Economics and Information Technology, vol. 3, issue 3;
Miță, P., (1975), *Regimul termic și de îngheț al râurilor din România*, rezumatul tezei de doctorat, Universitatea București, București;
Monticino, M., Acevedo, M., Callicott, B., Cogdill, Tr., Lindquist, Ch., (2007), *Coupled human and natural systems: A multi-agent-based approach*, Environmental Modelling & Software, 22, p. 656-663;
Morandi, Fabiana, Campell, D.E., Bastianoni, S., (2014), *Set theory applied to uniquely define the inputs to territorial systems in emergy analyses*, Ecological Modelling, p. 271, 149-157;
Moțoc, M., Stănescu, P., Luca, A., Popescu, C.N., Popescu, C., Zaharia, I., (1973), *Instrucțiuni privind studiile și calculele necesare la proiectarea lucrărilor de combaterea eroziunii solurilor*, P.D.-14-72. Redacția Revistelor Agricole, București;
Moțoc, M., Munteanu, S., Băloiu, V., Stănescu, P., Mihai, G., (1975), *Eroziunea solului și metodele de combatere*, Editura Ceres, București;
Moțoc, M., Stănescu, P., Taloescu, I., (1979), *Concepții actuale cu privire la fenomenul erozional și la controlul acestuia*, Biblioteca Agricolă, București;
Nădișan, I., (2012), *Surse hidrominerale și microstațiuni balneare din Maramureș*, Ed. Universității de Nord, Baia Mare;
Nielsen, S., Muller, F., (2009), *Understanding the functional principles of nature – proposing another type of ecosystem services*, Ecological Modelling, 220, p. 1913-1925;

Niță, Șt., (2007), Procese geomecanice asociate evoluției evoluției golurilor de dizolvare rezultate ca urmare a exploatării zacamintelor de sare gema prin disoluție, teză de doctorat, Universitatea București;
Nourry, Myriam, (2008), *Measuring sustainable development: Some empirical evidence for France from eight alternative indicators*, Ecological Economics, 67, p. 441-456;
Odum, Elisabeth, Odum, H.T., (1980), *Energy systems and environmental educatio*n, chapter, Environmental Science and Research, vol. 18, p. 213-231;
Odum, H.T., (1983), *Systems Ecology; An introduction*, John Wiley and Sons, New York, USA;
Odum, H.T, (1987), Energy, environment and public policy. A guide to the analysis of systems, UNEP, Nairobi, Kenya;
Odum H. T., (1988), *Self organization, transformity and information*, Science 242: 1132-1139;
Odum H. T., (1994), *Ecological and General Systems*, University Press of Colorado, USA;
Odum H. T., (1996), *Environmental Accounting: Emergy and Environmental Decision Making*, John Wiley and Sons, New York, USA;
Odum H. T., (2000), *Handbook of Emergy Evaluation Folio 2: Emergy of Global Processes*, Centre for Environmental Policy, University of Florida, Gainesville, USA;
Odum, H.T., Brown, M.T., Kangas, P.C., (2000), *Handbook of Emergy Evaluation: a compedium of data for emergy computation issued in a series of folios. Folio #5, Emergy of landforms*, Center for Environmental Policy, Environmental Engeneering Sciences, University of Florida, Gainesville, USA;
Odum, H.T., (2001), A prosperous way down. Principles and Policies, University Press of Colorado, USA;
Odum, HT, Odum, B., (2003), *Concepts and methods of ecological engineering*, Ecological Engineering, vol. 20, issue 5, p. 339-361;
Odum H. T., (2007), *Environment, Power and Society for the Twenty-First Century: The Hierarchy of Energy*, Columbia University Press, USA;
Ontl, T.A, Schulte, L.A, (2012), *Soil Carbon Storage*, Nature Education Knowledge, 3(10):35;
Ortega, E., Ulgiati, S., (editors) (2004) *Proceeedings of IV Biennial International Workshop "Advances in Energy Studies*", Brazil, p. 239-256;
Oxley, T., ApSimon, H.M., (2007), *Space, time and mesting Integrated Assessment Models*, Environmental Modelling & Software, 22, p. 1732-1749;
Panagos, P., Meusburger, Katrin, Ballabio, C., Borrelli, P., Alewell, Christine, (2014), *Soil erodibility in Europe: A high-resolutuindataset based on LUCAS*, Science of the Total Environment, vol. 479-480, p. 189-200;
Panagos, P., Ballabio, C., Borrelli, P., Meuesburger, Katrin, Klik, Andreas, Rousseva, Svetla, Tadic, Melita, Michaelides, S., Hrabalikova, Michaela, Olsen, P., Aalto, J., Lakatos, Monica, Rymszewicz, Anna, Dumitrescu, A., Begueria, S., Alewell, Christine, (2015), *Rainfall erosivity in Europe*, Science of the Total Environment, vol. 511, p. 801-814;
Pandi, G., (1997), *Concepția energetică a formării și transportului aluviunilor în suspensie: aplicație în NV-ul României*, Ed. Presa Universitară Clujeană, Cluj Napoca

Parker, D.C., Hessl, Amy, Davis, Sarah, C., (2008), *Complexity, land-use modeling and the human dimension: Fundamental chalenges for mapping unknown outcome spaces*, Geoforum, 39, p. 789-804;

Pascariu, D., (2010), *Structura și dinamica sistemelor de așezări umane în procesul de planificare teritorială,* teza de doctorat, Universitatea București, București;

Patterson, M., (1996), *What is energy efficiency? Concepts, indicators amd methodological issues,* Energy Policy, vol. 24, issue, 5, p. 377-390;

Patterson, M., (2014), *Evaluation of matrix algebra methods for calculating transformities from ecological and economic network data,* Ecological Modellinfg, 27, p., 72-82;

Pătroescu, Maria, Iojă, C., Rozylowicz, L., Vânău, G., Niță, M., Pătroescu-Klotz, Iulia, Iojă, Annemarie, (2012), *Evaluarea integrată a calității mediului în spații rezidențiale*, Ed. Academiei Române, București;

Pânzaru, T., (1969), *Lacurile antropice din complexul lacustru de la Ocna Șugatag – Maramureș: aspect morfologico-morfometrice*, Lucrări științifice / Ministerul Învățământului. Institutul Pedagogic Oradea, vol. 1, Oradea;

Petrea, D., (1998), *Pragurile de substanță, energie și informație în sistemele geomorfologice*, Ed. Universității din Oradea, Oradea;

Petrea, D., (2002), *The Concept of Geographical Integration between Tradition and Actuality*, Studia Geographia, no.1;

Petrea, D., (2005), *Obiect, metodă și cunoaștere geografică*, Ed. Universității din Oradea, Oradea;

Plieninger, T., Diiks, S., Oteros-Rozas, Elisa, Bieling, Claudia, (2013), *Assessing, mapping and quantifying cultural ecosystem services*, LandUse Policy, 33, p. 118-129;

Pop, I-A., (1986), *Un cnezat maramureșean în veacurile XIV-XV câteva observații privind caracterul și specificul stăpânirii cneziale*, Acta Musei Napocensis, 22-23, p. 239-249;

Pop, I-A., (1988), *Statutul social-economic al cnezilor din Tările Române în secolele XIV-XV*, Anuarul Institutului de Istorie A.D. Xenopol, 2, p. 377-396;

Pop, Gh., (1996), *Terminologia minieră din bazinele maramureșene*, Ed. Dacia, Cluj Napoca;

Pop, Gr., (2003), Transilvania, banat, Crișana și Maramureș. Caracteristici geografice, extras din Istoria Transilvaniei, vol. 1, p.11-27;

Pop, V., (2001), *Studiu asupra populației rurale din Județul Maramureș și a posibilităților de ocupare a acesteia*, teza de doctorat, Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj Napoca;

Popa, R., (1966), *Ctitoria cnezilor giuleșteni – un nou monument românesc de piatră în Maramureș,* Ed. Academiei Republicii Socialiste România, București;

Popa, R., (1969), *Cnezatul Marei studii documentare și arheologice în Maramureșul istoric*, Muzeul Județean maramureș, Baia Mare;

Popa, R., (1997), *Țara Maramureșului in veacul al XIV-lea*, Editura Enciclopedică, București;

Popa-Bota, H., (2003), *Organizarea spațiului geografic în Depresiunea Maramureșului*, teză de doctorat, Cluj Napoca;

Portoghese, I., D'Agostino, Daniela, Giordano, R., Scardigno, Alessandra, Apollonio C., Vurro, M., (2013), *An integrated modelling tool to evaluate the acceptability of irrigation constraint measures for groundwater protection*, Environmental Modelling & Software, 46, p. 90-103;

Posea, Gr., (2002), *Geomorfologia României: relief, tipuri, geneză, evoluție, regionare (pentru uzul studenților*), Ed. Fundației de Mâine, București;
Posea, Gr., Ilie, I., (1961), *Importanța practică a luncilor și teraselor*, Natura, Seria Geografie-Geologie, nr.3
Posea, Gr., (2001), *Vulcanismul și relieful vulcanic: hazarde, riscuri, dezastre*, Ed. Fundația România de Mâine, București;
Posea Gr., Popescu, N., (1973), *Piemonturile din România*, Centrul de multiplicare al Universității București, București;
Posea, Gr., Micalevich-Velcea, Valeria, (1964), *The piedmonts as a stage in the denudation of the Romanian Carpathians*, Editura Academiei R.P.R., București;
Posea, Gr., (1977), *Considerații privind rolul depresiunilor carpatice și colinare și a rețelei de văi în viața și permanența poporului român*, Editura Academiei R.S.R, București;
Posea, Gr., (1957), *Evoluția rețelei hidrografice din bazinul Chiuzbaia, Probleme de Geografie,* Academia R.P.R., vol.5, p. 125-139;
Prigogine, I., (1973), *Can Thermodynamics Explain Biological Order*, Impact of Science on Society, Vol. XXIII, No. 3;
Prigogine, I, Nicolis, G., (1977), *Self Organisation in Non-equilibrium Systems,* J. Wiley, New-York;
Prigogine, I., (1980), From Being to Becoming – Time and Complexity in the Physical Sciences, San Francisco: W.H. Freeman and Co;
Pulselli, R.M., Pulselli, F.M., Rustici, M., (2008), *Emergy accounting of the Province of Siena: Towards a thermodynamic geography for regional studies*, Journal of Environmental Management, 86, p. 342-353;
Pulselli, R.M., (2010) *Integrating emergy evaluation and geographic information systems for monitoring resource use in the Abruzzo Region (Italy),* Journal of Environmental Management, 91, p.2349-2357;
Pulselli, F.M., Patrizi, Nicoletta, Focardi, Silvia, (2011), *Calculation of the unit emergy value of water in an Italian watershed*, Ecological Modelling 222, p. 2929-2938;
Qin, Hua-Peng, Su, Qiong, Khu, Soon-Thiam, (2011), *An integrated model for water management in a rapidly urbanizing catchment*, Environmental Modelling & Software, 26, 1502-1514;
Raugei, m., Rugani, B., Benetto, En., Ingwersen, W., (2014), *Integrating emergy into LCA: Potential added value and lingering obstacles*, Ecological Modelling, 271, p. 4-9;
Rădoane M., Rădoane N., (2007), *Răspunsul unei albii adâncite în roci coezive la acţiunea factorilor de control naturali şi antropici*, Studii şi cercetări de geografie, T. LIII-LIV, Bucureşti;
Rădoane, Maria, Vespreanu-Stroe, A., (2016), *Landform Dynamics and Evolution in Romania,* Springer Geography;
Rădulescu, D., (1958), P*etrographical study of the igneous formations from Seini-Ilba-Nistru (Baia Mare) region*, An. Com. Geol., XXXI;
Restian, A., (1989), *Integronica*, Editura.Ştiinţ. şi Encicl., Bucureşti;
Rob, M., (2008), *Făgetele montane natural din Munții Gutâi*, Ed. Risoprint, Cluj Napoca;
Rob, M., (2011), *Particularități structurale și calitative ale făgetelor montane din Munții Gutâi*, Ed. Risoprint, Cluj Napoca;

Roman, V., (2011), *Monografia comunei Desești*, Ed. Eurotip, Baia Mare;
Rosecrance, R., (1973), *Interdependence: Myth or reality?*, World Politics, vol. 26, issue 1, p. 1-27;
Roşu, Al., Ungureanu, Irina, (1977), *Geografia mediului înconjurător,* Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti;
Rusz Ottilia, (2010), *Interpretări paleoclimatice în badenianul salifer din zona Praid-Sovata și impactul sării asupra mediului înconjurător*, teza de doctorat, Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj Napoca;
Savu, Al., (1966), *Platoul volcanic Izvoarele. Observații geomorfologice*, Studia Universalis Babeș-Bolyai, Series Geologia-Geographia, fasciculus 2, p. 75-86;
Savu, Al., (1973), *Les piedmonts ouest: aspectsde la genese et d'evolution*, Ed. Centrul de multiplicare al Universității din București, extras din: Piemonturile: comunicările celui de-al IV-lea Colocviu româno-francez de Geografie, București și Cluj, p. 281-290, București;
Săndulescu, M., Kräutner, H., Balintoni, I., (1981), *The structure of East Carpathians – Moldavia and Maramureș Area, guide to excursion B1*, Institute of Geology and Geophysics guidebook series, Bucharest;
Sciubba, En., Ulgiati, S., (2005), *Emergy and exergy analyses: Complementary methods or irreductible ideological options?*, Energy, 30, p. 1953-1988;
Sciubba, En., (2010*), On the Second-law inconsistency of Emergy Analysis*, Energy, 35, p. 3696-3706;
Schagner, J., Brander, L., Maes, J., hartje, V., (2013), *Mapping ecosystem services' values: Current practice and future prospects*, Ecosystem Services, 4, p. 33-46;
Schaldach, R,. Alcamo, J., Koch Jennifer., Kolking, Christina,. Lapola, D., Schungel, J., Priess, Jorg, (2011), *An integrated approach to modelling land-use change on continental and global scales*, Environmental Modelling and Software, 26, p. 1041-1051;
Schillaci, C., Braun, A., Kropacek, J., (2015), *Terrain analysis and landform recognition*, Geomorphological techniques, chapter 2, section 4.2;
Schouten, Marleen, Verwaart, T., Heijman W., (2014), *Comparing two sensitivity analysis approaches for two scenarios with a spatially explicit rural agent-based model*, Environmental modelling &Software, 54, p. 196-210;
Schouten, Marleen, Opdam, P., Polman, Nico, Westerhof, E., (2013), *Resilience-based governance in rural landscapes: Experiments with agri-environment schemes using spatially explicit agent-based model*, land Use Policy, 30, p. 934-943;
Schomberg, J.D., Host, G., Johnson, L.B., Richard, C., (2005), *Evaluating the influence of landform, surficial geology and land use on streams using hydrologic simulation modelling*, Aquatic Sciences, 67, pp. 528-540;
Serna-Chavez, H.M., Schulp, C.J., van Bodegom, P.M., Bouten, W., Verburg, P.H., Davidson, M.D., (2014), *A quantitative framework for assessing spatial flows of ecosystem services*, Ecological Indicators, 39, p. 24-33;
Simon, H.A., (1962), *The architecture of complexity*, Proceedings of the American Philosophical Society, vol. 106, no.6, p. 467-482;
Skyttner, L., (2005), *General Systems Theory: problems, perspectives and practice*, World Scientific Publishing Co. Ptc. Ltd;

Smical, Ana Irina, Costin, D., (2009), *Thermodynamic aspects concerning the Zn2 sorbtion by the Bârsana zeolitic tuff from industrial wastewaters*, Environment & Progress, p.316-322;
Socolescu, M., (1961), *Observații asupra metalogenezei și tonalității în provinciile metalogenetice ale Carpaților Orientali și Baia Mare*, Revista Minelor, 1;
Stan, I., (1987), *Depresiunea Maramureșului, Studiu fizico-geografic*, rezumatul tezei de doctorat, Universitatea Al.I.Cuza, Iași;
Steinitz, C., (2012), *A framework for Geodesign: Changing Geography by design*, Esri Press;
Syrbe, R., Waltz, U., (2012), *Spatial indicators for the assessment of ecosystem services: Providing, benefiting and connecting areas and landscape metrics*, Ecological Indicators, 21, p. 80-88;
Şimăndan, D., (2003), *Regimurile de adevăr ale trecutului,* Editura Universităţii „Aurel Vlaicu", Arad;
Tetișan (Smical), Ana Irina, (2010), *Studii și cercetări privind utilizarea tufurilor zeolitice din zona Bârsana în tehnologii neconvenționale de epurare a apelor uzate*, teza de doctorat, Universitatea "Babeș-Bolyai", Cluj Napoca;
Tiezzi, E., Pulselli, R., (2008), *An entropic approach to living systems*, Ecological Modelling, 216, p. 229-231;
Tilley, D., (2014), *Exploration of Odum's dynamic emergy accounting rules for suggested refinements*, Ecological Modelling, 279, p. 36-44;
Tsatsaronis, G., (2007), *Definitions and nomenclature in exergy analysis and exergoeconomics*, Energy, 32, p. 249-253;
Tudor, Constantina, Alina, Iojă, I.C., Stupariu-Pătru, Ileana, Niță, M.R., Hersperger, Anna M., (2014), *How successful is the resolution of land-use conflicts? A comparison of cases from Switzerland and Romania,* Applied Goegraphy, 47, p. 125-136;
Ulgiati, S., Odum, H.T., Bastianoni, S., (1994), *Emergy use, environmental loading and sustainability*. *An emergy analysis of Italy*, Ecological Modeling, 73, 215-268;
Ulgiati, S., Bargili, Silvia, Raguei, M., (2007), *An emergy evaluation of complexity, information and technology, towards maximum power and zero* emissions, Journal of Cleaner Production, vol. 15, issue 13-14, p. 1359-1372;
Ulgiati, S., Brown, M., (2009), *Emergy and ecosystem complexity*, Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, vol. 14, issue 1, p.310-321;
Ulgiati, S., Ascione, M., Zucaro, A., Campanella, L., (2011), *Emergy-based complexity measures in natural and social systems*, Ecological Indicators, 11, p. 1185-1190;
Van der Biest, K., D'Hondt, R., Jacobs, S., Landuyt, D., Staes, J., (2014*), EBI: An index for delivery of ecosystem services bundles*, Ecological Indicators, 37, 252-265;
Velcea, I., (1997), The structures and functions of the Romanian rural space;
Viglia, S., Matthews, K., Ulgiati, S., Rivington, M., Miller, D., Wardell-Johnson, D., (2014), *The Social Metabolism of Scotland. Assessing changes in the performance of Scotland's economy using bio-economic methods*, version 1.1, James Hutton Institute, Aberdeen, Scotland;
Voora, V., Thrift, Ch., (2010), *Using emergy to value ecosystems good and services*, Internațional Institute for Sustainable Development, Alberta, Canada;

Vogel, Eve, (2012), *Parcelling out the watershed: The recurring consequences of organizing Columbia River management within a basin-based territory*, Water Alternatives, vol. 5, p. 161-190;
Wainwright, J., (2008), *Can modelling enable us to understand the role of humans in landscape evolution?*, Geoforum, 39, p. 659-674;
Watanabe, M., Ortega, En., (2014), *Dynamic emergy accounting of water and carbon ecosystem services: A model to simulate the impacts of land-use change*, Ecological Modelling, 27, p. 113-131;
Whelan, G., (1980), *Distributed model for sediment yeld*, master's thesis, University of Iowa, Iowa, USA;
Willemen, Louise, Verburg, P., Hein, l., van Mensvoort, M., (2008), *Spatial characterization of landscape functions*, Landscape and urban Planning, 88, p. 34-43;
Willemen, L., Veldkamp, A., Verburg, P.H., Hein, L., Leemans, R., (2012), *A multi-scale modelling approach for analyzing landscape service dynamics*, Journal of Environmental Management, 100, p. 86-95;
Yanez, M., Raveau, S., Ortuzar, J., *Inclusion of latent variables in Mixed Logit models: Modelling and forecasting*, Transportation Research Part A, 44, p. 744-753;
Yang, Jin, Chen, Bin, (2014), *Emergy analysis of a biogas-linked agricultural system in rural China – A case study in Gongcheng Yao Autonomous County*, Applied Energy, 118, p. 173-182;
Zoltan, M., (1996), *Câmpul metalogenetic Cavnic. Caracterizare geostructurală și petrometalogenetică*, rezumatul tezei de doctorat, Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj Napoca;
Zoltan, M., (2005), *Metalogeneza districtului minier Baia Mare. Model bazat pe sistemul hidrotermal Cavnic,* Ed. Cornelius, Baia Mare;
Zotic, V., (2005), *Componentele operaționale ale organizării spațiului geografic*, Ed. Presa Universitară Clujeană, Cluj Napoca;

ANEXA 1

Formule de calcul pentru obținerea echivalenței energetice / emergetice utilizate în această lucrare

**datele numerice sunt exprimate utilizând formatul *Scientific* – Microsoft Excel. Formatul Scientific afișează datele numerice în notare exponențială, înlocuind șirul de numere de după primele două decimale cu *E+10^n* (unde *E* reprezintă *Exponentul*). Codarea nu afectează valoarea reală a numărului.

Resurse energetice regenerabile de tip flux (R)

Emergie solară = [K · (1-a)] · 4184 J ·UEV = 1.47 E+18 seJ/an

unde

K – raster radiația solară directă (8.58 E+09 kcal/ha/an) la suprafața bazinului (4.10E+04 ha)

a – raster albedo-ul suprafeței bazinului

UEV – 1.00E+00 seJ/J

Emergie geotermică = HFU · T ·UEV = 2.34E+19 seJ/an

unde

HFU – raster fluxul geotermic (9.00E+02 W/ha/s) la suprafața bazinului (4.10E+04 ha)

T – secunde / an (2.15E+07 secunde)

UEV – 2.00E+00 seJ/J (Brown&Ulgiati, 2010)

Emergie eoliană = ρ · Cr ·(V_{geo}^3) · S · T · UEV = 2.04E+17 seJ/an

unde

V_{geo} – vântul geostrofic (1.37 m/s)

Cr – coeficientul de rezistență (0.003 %)

ρ – densitatea aerului (1.3 kg)

T – secunde / an (2.15E+07 secunde)

S – suprafața bazinului (4.10E+04 ha)

UEV – 1.53E+03 seJ/J (Brown&Ulgiati, 2013)

**calcularea valorii emergetice nu a implicat utilizarea funcției raster calculator QGIS

Emergie precipitații = [(P · 0.001) · $Alt_{(max-min)-min}$ ·ρ · g · UEV_1] – [(ET_m · ρ · G) · UEV_2]
= 2.84E+19 seJ/an

unde

P – raster cantitate precipitații (valoare medie multianuală la suprafața bazinului (mm/an) în perioada 1950 - 2000)

$Alt_{(max-min)-min}$ – 498.7 m

ρ – densitatea apei (1000 g/l)

g – accelerația gravitațională (9.81 m/s)

ETm – evapotranspirația = $\frac{P}{\sqrt{0.9+P^2/L^2}}$ /1000 (ecuația Turc)

L – 300+25T+0.05T, T – temperatura medie multianuală (7.6ºC)

G – energia liberă Gibbs (4.94 J/g)

UEV_1 – 1.76E+04 seJ/J (Odum, 2000)

UEV_2 – 6.36E+03 seJ/J (Brown&Ulgiati, 2013)

Emergie scurgere fluviatilă (energie geopotențială) = Q · ρ · H · g · UEV = 1.61E+19 seJ/an

unde

Q – debitul mediu multianual la vărsare al râului Mara (1.51E+08 m^3/an // 4.78 m/s)

ρ – densitatea apei (10^6 g/m^3)

H – altitudinea medie în zona zona de obârșie a râului Mara (1000 m)

g – accelerația gravitațională (9.81 m/s)

UEV – 1.09 E+04 seJ/J (Brown&Ulgiati, 2013)

Emergie scurgere fluviatilă (energie chimică) = Q · ρ · G · UEV = 1.34E+16 seJ/an
unde
Q – debitul mediu multianual la vărsare al râului Mara (1.51E+08 m^3/an // 4.78 m/s)
ρ – densitatea apei (1000 g/l)
G – energia liberă Gibbs 4.94 J/g
UEV – 1.80 E+04 seJ/J (Brown&Ulgiati, 2013)

Densitatea emergetică de suprafață = (A>B și A>C și A>D)·A+(B>A și B>C și B>D)·B+(C>A și C>B și C>D)·C+(D>A și D>B și D>C)·D = 2.34E+19 seJ/an
unde
A – raster emergia solară
B – raster emergia geotermică
C – raster emergia eoliană
D – raster emergia precipitațiilor

Resurse energetice neregenerabile de tip flux (N)

Emergie materie organică = [(A' · 10^6) · 6.86%] ·e · 4184 J · UEV = 2.54E+17 seJ/an
unde
A' – cantitatea estimativă de sol potențial erodat (t/ha/an) de pe suprafețele afectate de valori ≥ 4.6 t/ha (S = 481 ha)
e – energia calorică specifică (5.40 kcal/g)
UEV – 7.40E+04 seJ/J (Brown, 2001)

Emergie resurse minerale = V · ρ · 10^6 ·UEV = 4.03E+19 seJ/an
unde
V – volumul mediu estimat de roci exploatate în carieră (5.00E+03 m^3/an)
ρ – densitatea media a rocilor (2.65E+05 g/m^3)
UEV – 3.04E+09 seJ/g (Brown&Ulgiati, 2010)

Resurse energetice antropice de tip flux (I)

Emergie electricitate = F_{elctr} ·3.6 ·10^6 · UEV = 2.80E+19 seJ/an
unde
F_{elctr} – fluxul de curent electric în bazinul Marei (3.89E+07 kWh /an)
UEV – 2.00E+05 seJ/J (Odum, 1996)

Emergie gaz butan = F_b · ρ · e · UEV = 4.31E+18 seJ/an
unde
F_b – fluxul de gaz butan în bazinul Marei (5.19E+08 l/an)
ρ – densitatea medie gaz butan (5.40E+02 g/l)
e – energia specifică (4.89E+04 J/g)
UEV – 1.70E+05 seJ/J (Brown&Ulgiati, 2010)

Emergie combustibili – benzină = $F_{benzină}$ · ρ · e · UEV = 7.27E+18 seJ/an
unde
$F_{benzină}$ – fluxul de combustibili (benzină) în bazinul Marei (1.21E+06 l/an)
ρ – densitatea medie benzină (7.45E+02 g/l)
e – energia specifică (4.31E+04 J/g)
UEV – 1.87E+05 seJ/J (Brown&Ulgiati, 2010)

Emergie combustibili – motorină = $F_{motorină}$ · ρ · e · UEV = 8.11E+18 seJ/an
unde
$F_{motorină}$ – fluxul de combustibili (motorină) în bazinul Marei (1.25E+06 l/an)
ρ – densitatea medie motorină (8.37E+02 g/l)
e – energia specifică (4.28E+04 J/g)

UEV – 1.81E+05 seJ/J (Brown&Ulgiati, 2010)

Emergie materiale de construcții = $V_{mat.constr.} \cdot \rho \cdot UEV$ = 3.15E+19 seJ/an

unde

$V_{mat.constr.}$ – volumul de materiale de construcții importate în bazinul Marei (2.94E+04 m^3/an)

ρ – densitatea medie (4.02E+05 g/m^3)

UEV – 2.66E+09 seJ/J (Pulselli et al., 2007)

Emergie vehicule = $Nr._{auto} \cdot m \cdot UEV$ = 4.71E+17 seJ/an

unde

$Nr._{auto}$ – unități importate anual în bazinul Marei (4.75E+01 unități/an)

m – masă estimată (1.39E+06 g/unitate)

UEV – 6.43E+09 seJ/J (Mellino, 2014)

Emergie produse alimentare = $(C_{alim1} + C_{alim2} + \ldots C_{alim9}) \cdot UEV$ = 2.52E+19 seJ/an

unde

C_{alim1} – carne și produse din carne (cantitate estimată de 5.38E+08 g/an)

C_{alim2} – pește și produse din pește (cantitate estimată de 5.61E+07 g/an)

C_{alim3} – legume / fructe și produse din legume / fructe (cantitate estimată de 1.55E+09 g/an)

C_{alim4} – lapte și produse din lapte (cantitate estimată de 1.57E+09 g/an)

C_{alim5} – ouă (cantitate estimată de 2.71E+08 g/an)

C_{alim6} – cereale și produse din cereale (cantitate estimată de 5.35E+09 g/an)

C_{alim7} – băuturi (cantitate estimată de 1.16E+05 g/an)

C_{alim8} – zahăr și produse din zahăr (cantitate estimată de 3.67E+08 g/an)

C_{alim9} – grăsimi vegetale (cantitate estimată de 2.04E+08 g/an)

UEV – 2.54E+09 seJ/g (Mellino, 2014)

**valorile cantitative au fost estimate pe baza consumului mediu anual la principalele produse alimentare și băuturi, pe locuitor, pentru anul 2007, conform *Anuarului Statistic al României, cap. 4, Venituri, cheltuieli și consumul populației*.

Emergie fertilizatori agricoli = $(N \cdot UEV_1) + (P \cdot UEV_2) + (K \cdot UEV_3)$ = 1.84E+17 seJ/an

unde

N – azot (2.07E+07 g/an) – 69.46%

P – fosfor (7.04E+06 g/an) – 23.59%

K – potasiu (7.04E+06 g/an) – 6.95%

UEV_1 – 6.38E+09 seJ/g (Brown&Ulgiati, 2013)

UEV_2 – 6.55E+09 seJ/g (Brown&Ulgiati, 2013)

UEV_3 – 2.92E+09 seJ/g (Brown&Ulgiati, 2013)

Resurse energetice de export

Emergie scurgere fluviatilă = $Q \cdot \rho \cdot H \cdot g \cdot UEV$ = 1.76E+20 seJ/an

unde

Q – debitul mediu multianual la vărsare al râului Mara (1.51E+08 m^3/an // 4.78 m/s)

ρ – densitatea apei (10^6 g/m^3)

H – altitudinea medie în zona zona de obârșie a râului Mara (1000 m)

g – accelerația gravitațională (9.81 m/s)

UEV – 1.19 E+05 (estimarea noastră – U/ $(Q \cdot \rho \cdot H \cdot g)$)

U – total emergie 1.76E+20 seJ/an

Emergie producție agricolă = $(C_{prod.agr.1} + C_{prod.agr.2} + C_{prod.agr.3} + C_{prod.agr.4}) \cdot UEV$ = 1.76E+20 seJ/an

unde

$C_{prod.agr.1}$ – producție cartofi (cantitate estimată de 1.01E+10 g/an)

$C_{prod.agr.2}$ – producție fructe (cantitate estimată de 6.04E+09 g/an)

$C_{prod.agr.3}$ – producție lapte (cantitate estimată de 2.30E+10 g/an)

$C_{prod.agr.4}$ – grăsimi animale (cantitate estimată de 6.40E+07 g/an)

UEV – 4.48E+09 seJ/g (estimarea noastră – $U/(C_{prod.agr.1} + C_{prod.agr.2} + C_{prod.agr.3} + C_{prod.agr.4})$)
U – total emergie 1.76E+20 seJ/an

Emergie alcool produs artizanal = $C_{alc.} \cdot UEV$ = 1.76E+20 seJ/an
unde
$C_{alc.}$ – alcool produs artizanal (cantitate estimată de 2.68E+08 g/an)
UEV – 6.57E+11 seJ/g (estimarea noastră – $U/C_{alc.}$)
U – total emergie 1.76E+20 seJ/an

Resurse energetice de tip stoc

Emergie resurse forestiere = $(S_{CLC311} \cdot V \cdot \rho_1) + (S_{CLC312} \cdot V \cdot \rho_2) + (S_{CLC313} \cdot V \cdot \rho_3) \cdot e \cdot 4186\ J \cdot UEV$ = 3.74E+20 seJ
unde
S_{CLC311} – suprafață păduri foioase în anul 2012 (1.60E+04 ha)
S_{CLC312} – suprafață păduri conifere în anul 2012 (8.92E+02 ha)
S_{CLC313} – suprafață păduri de amestec în anul 2012 (3.33E+03 ha)
V – volumul mediu (2.17E+02 m^3/ha)
ρ_1 – densitatea medie (1.16E+06 g/m^3)
ρ_2 – densitatea medie (4.00E+05 g/m^3)
ρ_3 – densitatea medie (9.76E+05 g/m^3)
e – energia calorică specifică (4.5 kcal/g)
UEV – 4.11E+03 seJ/J (Mellino, 2014)

Emergie stoc de materie în clădirile destinate locuirii = $(V_{loc} \cdot \rho_{loc}) \cdot N \cdot UEV$ = 3.52E+21 seJ
V_{loc} – volumul mediu estimat pentru o locuință (V=S (100m^2) · h (6m))
ρ_{loc} – densitatea medie (401822 g/m^3), Pulselli et al., 2007)
N – numărul de locuințe din bazinul Marei (5473 locuințe – 2011)
UEV – 2.66E+09 seJ/g (Pulselli, 2007)



ISBN: 978-606-37-0883-1